

GESTÃO DINÂMICA DE VELOCIDADES: O CASO DA VCI

ANDRÉ MARTIM MARQUES DIAS FERREIRA GONÇALVES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Doutor José Pedro Maia Pimentel Tavares

JANEIRO DE 2013

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2012/2013 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

À minha Família

A inovação é o que distingue um líder de um seguidor.

Steve Jobs

AGRADECIMENTOS

Pelo aconselhamento e ajuda prestada ao longo deste trabalho, deixo aqui um especial agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor José Pedro Maia Pimentel Tavares. Agradeço também toda a disponibilidade e todo o incentivo dado.

À Engenheira Cristina Vilarinho, quero agradecer a disponibilidade e a ajuda prestada na compreensão e utilização do *software* de simulação AIMSUN.

Agradeço aos meus amigos todo apoio e ajuda ao longo desta tese.

Um agradecimento individual ao André Vilaça, por numa conversa informal ter-me dado a conhecer o tema da Gestão Dinâmica de Velocidades, nomeadamente a sua aplicação em Espanha, Barcelona, despertando em mim a curiosidade sobre este tema.

Uma palavra especial à Catarina Sampaio, pelo companheirismo, ajuda e paciência. Acompanhou-me sempre durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais também agradeço, que fizeram de mim aquilo que sou e sempre ensinaram-me a trabalhar e a lutar pelos meus objetivos.

RESUMO

Nas últimas décadas tem havido um crescimento do uso de veículos ligeiros, sendo atualmente o principal meio de transporte utilizado. Esta situação causa recorrentemente problemas relativos a congestionamentos rodoviários, que afetam negativamente a qualidade de vida das pessoas bem como a economia da cidade dados os aumentos dos tempos de viagem.

É nas autoestradas urbanas que esta problemática está mais patente, pois estas são implementadas com o objetivo de gerir as entradas e saídas dos veículos nas cidades, de modo a atenuar os efeitos da circulação nos meios urbanos.

Atualmente, no âmbito dos Sistemas Inteligentes de Transportes, as diversas investigações levadas a cabo centram-se na resolução de problemas relacionados com os congestionamentos. As diferentes abordagens consistem na imposição de medidas de controlo sobre fluxos rodoviários através do recurso a painéis eletrónicos de mensagens variáveis que permitem a aplicação de estratégias de Gestão Dinâmica de Velocidades, também denominada de Limites de Velocidade Variáveis (*Variable Speed Limit*), entre outros, como o Sistema de Controlo de Mudança de Via (*Lane Control System*) ou o Sistema de Controlo em Rampas de Acesso (*Ramp Metering System*).

Com o presente trabalho pretende-se analisar e avaliar os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades no fluxo de tráfego com recurso a modelos de simulação, nomeadamente o modelo AIMSUN. São definidos cinco cenários de simulação microscópica, tendo por base a Via de Cintura Interna (VCI) do Porto. A procura é relativa à hora de ponta da manhã, uma hora (das 8h às 9h), sendo que nos diversos cenários esta é alterada por forma a avaliar os efeitos da variação dos limites de velocidade diante diferentes procuras.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Inteligente de Transportes, Autoestradas Urbanas, Gestão Dinâmica de Velocidades, Modelação

ABSTRACT

In the last decades there has been an increase of the use of vehicles, which are at these days the main mean of transportation. This situation causes frequently problems related to traffic jams, which affects negatively the life quality of people and the city's economy, due to the travel's duration increase.

It is in the urban motorways that this problem is more evident, since these are created with the purpose of managing the entries and exits of vehicles in the cities, in order to mitigate the traffic effects in urban areas.

Nowadays, in Intelligent Transportation System's area, several investigations are focused on problems related to traffic jam and how to mitigate their effects. The different approaches consists in the use of control measurements over traffic flow, using electronic variable message signs as a resource, which allows the application of strategies of Variable Speed Limits, among others, such as Lane Change System or Ramp Metering System.

The present work intends to analyze and evaluate the Variable Speed Limits effects on the traffic flow, applying simulation models, namely the AIMSUN's model. Five microscopic simulation scenarios were defined, based on the Inner Ring Motorway (*Via de Cintura Interna of Porto - VCI*). The demand is relative to the morning peak hour, one hour (from 8h00 a.m. to 9h00 a.m.). In the various scenarios different levels of demand were tested in order to evaluate the effects of the Variable Speed Limits.

KEYWORDS: Intelligent Transportation System, Urban Motorways, Variable Speed Limits, Modelling

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO GERAL	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	2
 2. GESTÃO DINÂMICA DE VELOCIDADES	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. OBJETIVOS DA GESTÃO DINÂMICA DE VELOCIDADES	5
2.2.1. FLUXO DE TRÁFEGO	5
2.2.2. SEGURANÇA RODOVIÁRIA	11
2.2.3. QUALIDADE DO AR	13
2.3. APLICAÇÃO DA GESTÃO DINÂMICA DE VELOCIDADES NOUTROS PAÍSES	13
2.3.1. SUÉCIA	13
2.3.1.1. Autoestrada interurbana E6 em <i>Halland</i>	14
2.3.1.2. <i>Molndal</i> , autoestrada urbana E6 no sul de Gotemburgo	15
2.3.2. HOLANDA	17
2.3.2.1. A1 perto de <i>Naarden</i>	19
2.3.2.2. A12 perto de <i>Voorburg</i>	20
2.3.3. ESPANHA	23
2.4. CONCLUSÃO	26
 3. CASO DE ESTUDO	29
3.1. INTRODUÇÃO	29
3.2. CONSTRUÇÃO DA REDE E CALIBRAÇÃO DOS VEÍCULOS	30
3.2.1. MODELOS DE SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO	30
3.2.1.1. Modelo AIMSUN	31
3.2.2. CONSTRUÇÃO DA REDE	35
3.2.3. CALIBRAÇÃO DOS VEÍCULOS	36
3.3. MATRIZ ORIGEM-DESTINO	38

3.4. CENÁRIOS	39
3.4.1. 1ª SIMULAÇÃO: MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE	40
3.4.2. 2ª SIMULAÇÃO: 120% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE	41
3.4.3. 3ª SIMULAÇÃO: 80% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE	42
3.4.4. 4ª SIMULAÇÃO: 50% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE	42
3.4.5. 5ª SIMULAÇÃO: 25% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE	42
3.5. CONCLUSÃO	42

4. RESULTADOS 45

4.1. INTRODUÇÃO 45

4.2. ANÁLISE DE RESULTADOS 45

4.2.1. TODA A REDE 46

4.2.1.1. 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base..... 46

4.2.1.2. 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base 48

4.2.1.3. 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base 50

4.2.1.4. 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base 52

4.2.1.5. 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base 54

4.2.2. ARCOS NO SENTIDO PONTE DO FREIXO – PONTE DA ARRÁBIDA 56

4.2.2.1. 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base..... 56

4.2.2.2. 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base 59

4.2.2.3. 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base 60

4.2.2.4. 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base 62

4.2.2.5. 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base 64

4.2.3. ARCOS NO SENTIDO PONTE DA ARRÁBIDA – PONTE DO FREIXO 66

4.2.3.1. 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base..... 66

4.2.3.2. 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base 68

4.2.3.3. 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base 70

4.2.3.4. 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base 71

4.2.3.5. 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base 73

4.3. CONCLUSÃO 75

5. CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 77

5.1. CONCLUSÕES GERAIS 77

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 78

BIBLIOGRAFIA 81

ANEXOS	83
ANEXO I – MATRIZES ORIGEM-DESTINO	85
ANEXO II – DADOS DE ENTRADA NO AIMSUN	95
ANEXO III – RESULTADOS	105
ANEXO IV – ARCOS ANALISADOS.....	141

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1 - Relação velocidade-concentração (u-k), velocidade-débito (u-q) e débito-concentração (q-k) [1].....	6
Figura 2.2 - Alteração no Diagrama Fundamental devido aos limites de velocidade [2].....	6
Figura 2.3 – Modelo de Hegyi do impacto da Gestão Dinâmica de Velocidades [2].....	7
Figura 2.4 - Diminuição do declive do diagrama q-k, adaptado de [4].....	8
Figura 2.5 - Deslocação da concentração crítica para valores mais elevados no diagrama q-k, adaptado de [4].....	8
Figura 2.6 - Diagrama fundamental débito-concentração simplificado por Newell, Teoria Simplificada de Fluxo de Tráfego [2]	9
Figura 2.7 - Relação do débito e da concentração com as condições de Velocidade Variável [2]	10
Figura 2.8 - Modificação no Diagrama Fundamental para cada velocidade para este estudo [2]	11
Figura 2.9 - Comparação entre velocidades médias com e sem Gestão Dinâmica de Velocidades, perante diferentes condições meteorológicas na E6 em <i>Halland</i> [12].....	14
Figura 2.10 - Localizações dos testes no âmbito do projeto Dynamax, adaptado de [11]	17
Figura 2.11 – À esquerda os painéis de informação e à direita os sinais eletrónicos que apresentavam o limite de velocidade imposto, adaptado de [11].....	19
Figura 2.12 - Estratégia dos Limites de Velocidade Dinâmicos dependendo do volume de tráfego [11]	21
Figura 2.13 - Diagrama Fundamental velocidade-débito antes e depois da imposição de Limites de Velocidade Dinâmicos na A12 perto de <i>Voorburg</i> [11]	22
Figura 2.14 - Locais de aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades, C-31 e C-32 [16].....	24
Figura 3.1 - Imagem aérea da rede viária da cidade do Porto, exportada para o AIMSUN [21].....	35
Figura 3.2 – Rede a ser utilizada no AIMSUN, com os nomes dos respetivos centroides.....	36
Figura 4.1 - Resultados da concentração, para a 1ª Simulação: Matriz OD base	46
Figura 4.2 - Resultados do débito, para a 1ª Simulação: Matriz OD base	46
Figura 4.3 - Resultados do tempo de viagem, para a 1ª Simulação: Matriz OD base	47
Figura 4.4 - Resultados da velocidade média, para a 1ª Simulação: Matriz OD base	47
Figura 4.5 - Resultados de veículos na rede, para a 1ª Simulação: Matriz OD base.....	48
Figura 4.6 - Resultados da concentração, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base	49
Figura 4.7 - Resultados do débito, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base	49
Figura 4.8 - Resultados do tempo de viagem, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base	49
Figura 4.9 - Resultados da velocidade média, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base	50
Figura 4.10 - Resultados de veículos na rede, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base	50
Figura 4.11 - Resultados da concentração, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base	51
Figura 4.12 - Resultados do débito, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base	51
Figura 4.13 - Resultados do tempo de viagem, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base	51
Figura 4.14 - Resultados da velocidade média, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base.....	52
Figura 4.15 - Resultados de veículos na rede, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base	52
Figura 4.16 - Resultados da concentração, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base	53
Figura 4.17 - Resultados do débito, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base	53
Figura 4.18 - Resultados do tempo de viagem, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base	53
Figura 4.19 - Resultados da velocidade média, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base.....	54
Figura 4.20 - Resultados de veículos na rede, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base	54
Figura 4.21 - Resultados da concentração, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base	55
Figura 4.22 - Resultados do débito, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base	55
Figura 4.23 - Resultados do tempo de viagem, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base	55

Figura 4.24 - Resultados da velocidade média, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base	56
Figura 4.25 - Resultados dos veículos na rede, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base	56
Figura 4.26 - Resultados da concentração, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	57
Figura 4.27 - Resultados do débito, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	57
Figura 4.28 - Resultados do tempo de viagem, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida	58
Figura 4.29 - Resultados da velocidade média, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	58
Figura 4.30 - Resultados da concentração, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	59
Figura 4.31 - Resultados do débito, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	59
Figura 4.32 - Resultados do tempo de viagem, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	60
Figura 4.33 - Resultados da velocidade média, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	60
Figura 4.34 - Resultados da concentração, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	61
Figura 4.35 - Resultados do débito, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	61
Figura 4.36 - Resultados do tempo de viagem, para a 3ª Simulação no Sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	62
Figura 4.37 - Resultados da velocidade média, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	62
Figura 4.38 - Resultados da concentração, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	63
Figura 4.39 - Resultados do débito, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	63
Figura 4.40 - Resultados do tempo de viagem, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	64
Figura 4.41 - Resultados da velocidade média, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	64
Figura 4.42 - Resultados da concentração, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	65
Figura 4.43 - Resultados do débito, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	65
Figura 4.44 - Resultados do tempo de viagem, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	65
Figura 4.45 - Resultados da velocidade média, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida	66
Figura 4.46 - Resultados da concentração, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	66
Figura 4.47 - Resultados do débito, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	67
Figura 4.48 - Resultados do tempo de viagem, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	67
Figura 4.49 - Resultados da velocidade média, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	68
Figura 4.50 - Resultados da concentração, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	68
Figura 4.51 - Resultados do débito, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	69

Figura 4.52 - Resultados do tempo de viagem, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	69
Figura 4.53 - Resultados da velocidade média, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	69
Figura 4.54 - Resultados da concentração, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	70
Figura 4.55 - Resultados do débito, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	70
Figura 4.56 - Resultados do tempo de viagem, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	71
Figura 4.57 - Resultados da velocidade média, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	71
Figura 4.58 - Resultados da concentração, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	72
Figura 4.59 - Resultados do débito, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	72
Figura 4.60 - Resultados do tempo de viagem, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	72
Figura 4.61 - Resultados da velocidade média, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	73
Figura 4.62 - Resultados da concentração, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	73
Figura 4.63 - Resultados do débito, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo	74
Figura 4.64 - Resultados do tempo de viagem, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	74
Figura 4.65 - Resultados da velocidade média, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo.....	74

ÍNDICE QUADROS

Quadro 2.1 - Relação entre o Débito e a Concentração para cada velocidade, adaptado de [2]	11
Quadro 2.2 - Limites de velocidade na E6 <i>Molndal</i> de acordo com as condições de tráfego, adaptado de [12].....	15
Quadro 2.3 - E6 <i>Molndal</i> , velocidades médias após a Gestão Dinâmica de Velocidades e diferença para com a situação sem Gestão Dinâmica de Velocidades, adaptado de [12]	16
Quadro 2.4 - Síntese dos resultados do programa Dynamax, adaptado de [11]	18
Quadro 2.5 - Resumo dos resultados na A12 perto de <i>Voorburg</i> , adaptado de [11]	21
Quadro 3.1 - Dados de saída, por elemento, do AIMSUN, adaptado de [19], [20]	34
Quadro 3.2 - Valores médios adotados na primeira e na segunda calibração dos veículos.....	37
Quadro 3.3 - Principais resultados das duas calibrações de veículos simuladas	38
Quadro 3.4 - Sumário das simulações.....	39
Quadro 3.5 - Arcos entre entradas e saídas da VCI analisados, em cada sentido	40
Quadro 3.6 - Dados de entrada dos veículos, para o limite de velocidade de 90 km/h. Valores médios.	41

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

k – Concentração

k_j – Concentração máxima, obtida no regime de congestionamento

k_m ou k_c – Concentração crítica

o – *Occupancy* (k - concentração)

q – Débito

q_m ou q_c – Débito crítico

u – Velocidade

u_f – Velocidade em regime livre

u_m – Velocidade crítica

AIMSUN – *Advanced Iterative Microscopic Simulator for Urban and Non – Urban Networks*

ASAP – *As soon as Possible*

CIVICAT – *Centro de Información Vial de Cataluña*

CTMSIM – *Cell Transmission Model Simulation*

ITS – *Intelligent Transportation System*

NO_x – Óxidos de Azoto

OBDC – *Open Data Base Connectivity*

OD – Origem-Destino

PM_{10} – Partículas Poluentes

SATURN – *Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Networks*

SCT – *Servicio Catalán de Tráfico*

VCI – Via de Cintura Interna

VISSIM – *Verkehr In Städten – SIMulationsmodell* (Tráfego nas Cidades – Modelo de simulação)

VSL – *Variable Speed Limit*

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

A utilização dos veículos ligeiros como meio de transporte diário para fazer face às necessidades de transporte tem vindo a crescer ao longo das últimas décadas. Diante este cenário, as cidades enfrentam diariamente problemas relacionados com os congestionamentos rodoviários, que não só afetam negativamente a economia dessa cidade, ou até país, com os aumentos dos tempos de viagem dos veículos, como também aumentam a probabilidade da ocorrência de acidente, têm efeitos negativos para o meio ambiente (emissão de gases poluentes, gastos de combustível) e para a qualidade de vidas das pessoas (*stress*, ruído, etc.).

O fenómeno de congestionamento rodoviário ocorre quando a procura ultrapassa a capacidade da via. Nas autoestradas urbanas tal fenómeno surge com uma frequência diária, visto que estas são concebidas com o intuito de promover as entradas e saídas dos veículos nas cidades.

De modo a reduzir estes congestionamentos, aumentar a dimensão das faixas de circulação é uma solução possível, sendo aliás uma solução praticada no nosso país. Por outras palavras, perante o problema de congestionamentos rodoviários, a solução passa por adicionar vias às já existentes aumentando assim a capacidade.

Contudo, este tipo de solução levanta alguns problemas como, a falta de espaço para a construção de mais vias, visto que as autoestradas urbanas estão “rodeadas” de edifícios e outros tipos de equipamentos, e os elevados custos associados às constantes modificações e “melhorias” nas vias.

Como alternativa, surgem os Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS – *Intelligent Transportation Systems*) como por exemplo, o Sistema de Controlo de Mudança de Via (*Lane Control System*), o Sistema de Controlo de Rampas de Acesso (*Ramp Metering System*) e a Gestão Dinâmica de Velocidades (ou Limites de Velocidade Variáveis (*Variable Speed Limit*)), com o intuito de otimizar a utilização das vias existentes evitando os custos de obras de modificação.

A Gestão Dinâmica de Velocidades tem como objetivo melhorar as condições de fluxo de tráfego, a segurança rodoviária e a diminuir as emissões de gases poluentes, impondo aos condutores limites de velocidade diferentes para que a circulação seja mais homogénea e segura. Estes limites são determinados com base em vários fatores como os volumes de tráfego, a velocidade e a concentração. Também podem ser afetados pelas condições meteorológicas ou pelas condições das vias.

Esta gestão já é aplicada em alguns países, como Alemanha, Reino Unido, Holanda, Espanha, Suécia, etc.. Contudo, muitos dos estudos feitos sobre este tema incidem na temática da segurança rodoviária, havendo poucas análises relativamente aos efeitos no fluxo de tráfego.

Com intuito de compreender se este tipo de gestão de tráfego poderia ser implementado numa autoestrada urbana em Portugal, foi desenvolvida esta dissertação. A autoestrada analisada foi a Via de Cintura Interna (VCI) do Porto, com recurso ao *software* AIMSUN (*Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks*). Foram realizadas diversas simulações microscópicas de modo a avaliar os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades no fluxo de tráfego da VCI. A procura baseia-se em matrizes origem – destino, com a duração da hora de ponta da manhã, uma hora (das 8h às 9h).

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho estuda a aplicabilidade da Gestão Dinâmica de Velocidades em autoestradas urbanas, nomeadamente na VCI, no Porto. Através do AIMSUN, são simulados cinco cenários com diferentes procuras. Os resultados analisados são referentes ao débito, concentração, velocidade média, tempo de viagem e número de veículos que circularam na rede modelada.

Na primeira simulação foram analisadas as velocidades de 90 km/h, 85 km/h, 80 km/h, 75 km/h, 70 km/h, 65 km/h e 60 km/h, com o objetivo de observar a tendência dos diversos resultados, sendo o valor total da procura de 34 056 veículos. A procura desta simulação serve de base para todas as outras simulações.

A segunda simulação tem como intuito “sobrecarregar” a rede, por forma a aferir se a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades tem resultados positivos e se mantêm-se as tendências apresentadas na primeira simulação. Quanto à procura, o valor total é de 40 868 veículos, ou seja, foi acrescentado 20% ao valor da procura base. Os limites de velocidade simulados são 90 km/h, 80 km/h e 70 km/h.

Na terceira simulação a rede é “ligeiramente aliviada”, utilizando-se uma procura 20% inferior à base, ou seja, de 27 244 veículos. Os limites foram 90 km/h, 80 km/h e 70 km/h.

Na quarta simulação, a procura é reduzida em 50%, daí que são 17 123 veículos. O objetivo desta simulação foi o de constatar, se perante uma procura “média” seria vantajoso aplicar o limite de velocidade de 100 km/h de modo a melhorar o fluxo de tráfego na VCI. Os limites de velocidade simulados foram 100, 90, 80 e 70 km/h.

A quinta simulação teve o desígnio de estudar os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades em condições em que a rede está com pouca procura. Estas condições ocorrem sobretudo durante a noite, sendo portanto o principal objetivo desta simulação, estudar as consequências da aplicação do limite de 100 km/h no fluxo de tráfego. No que refere à procura, o seu valor total foi de 8 558 veículos e resulta da redução de 75% no valor base.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos, sendo este primeiro capítulo relativo à introdução.

O capítulo 2, Gestão Dinâmica de Velocidades, apresenta a temática em estudo, isto é, são explicados com base numa revisão bibliográfica os diversos objetivos da Gestão Dinâmica de Velocidades.

No capítulo 3, Caso de Estudo, é feita uma breve descrição da VCI do Porto, sendo igualmente elaborada uma explicação sumária de modelos de simulação, realçando o modelo AIMSUN. O processo de construção da rede e de calibração dos veículos é também explicado, bem como o procedimento de obtenção da matriz origem-destino (procura). São apresentados também os cinco cenários simulados.

No capítulo 4, Resultados, são expostos e analisados os resultados nas cinco simulações. A análise a toda a rede é complementada com uma análise dos arcos entre as entradas e saídas da VCI, tanto no sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida, como no sentido Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo.

No quinto e último capítulo, Conclusões e Desenvolvimentos Futuros, são referidas as conclusões mais relevantes e são apresentadas algumas sugestões para futuros estudos sobre o tema de Gestão Dinâmica de Velocidades.

2

GESTÃO DINÂMICA DE VELOCIDADES

2.1. INTRODUÇÃO

A Gestão Dinâmica de Velocidades pode ser definida como a aplicação a uma dada via rodoviária de diferentes limites de velocidade em função dos volumes de tráfego presentes.

Esta gestão é aplicada em autoestradas, sobretudo autoestradas urbanas, com recurso a painéis eletrónicos de mensagens variáveis e radares de controlo de velocidade. As primeiras instalações e investigações de Gestão Dinâmica de Velocidades foram feitas na Alemanha na década de 70, sendo que atualmente este tipo de gestão de tráfego é aplicado em diversos países, como por exemplo Holanda, Espanha, Suécia, Reino Unido, Estados Unidos da América, Austrália, entre outros.

Neste capítulo, são explicados com base numa revisão bibliográfica, os diferentes objetivos da Gestão Dinâmica de Velocidades. De uma forma geral, esses objetivos são, “otimizar” o fluxo de tráfego, melhorar a segurança rodoviária e diminuir a emissão de gases poluentes. De salientar que o objetivo desta dissertação é demonstrar que a Gestão Dinâmica de Velocidades permite melhorar o fluxo de tráfego. Quer este, quer os restantes objetivos são abordados no ponto 2.2, sendo que no ponto 2.3 são apresentados estudos recentemente elaborados noutros países europeus e com diferentes propósitos.

2.2. OBJETIVOS DA GESTÃO DINÂMICA DE VELOCIDADES

2.2.1. FLUXO DE TRÁFEGO

Em Portugal, a temática dos efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades no fluxo de tráfego nunca foi estudada. Por este motivo e tendo em conta que o principal objetivo desta dissertação é demonstrar que a Gestão Dinâmica de Velocidades pode melhorar o fluxo de tráfego, os pressupostos seguidos são baseados em investigações estrangeiras.

A aplicabilidade da Gestão Dinâmica de Velocidades tem por base a relação fundamental (1), que relaciona o débito (q) em função da velocidade (u) e da concentração (k) [1]:

$$q(\text{veíc./h}) = k(\text{veíc./km}) * u(\text{km/h}) \quad (1)$$

Na Figura 2.1 apresenta-se as diferentes relações teóricas entre as variáveis macroscópicas atrás referidas:

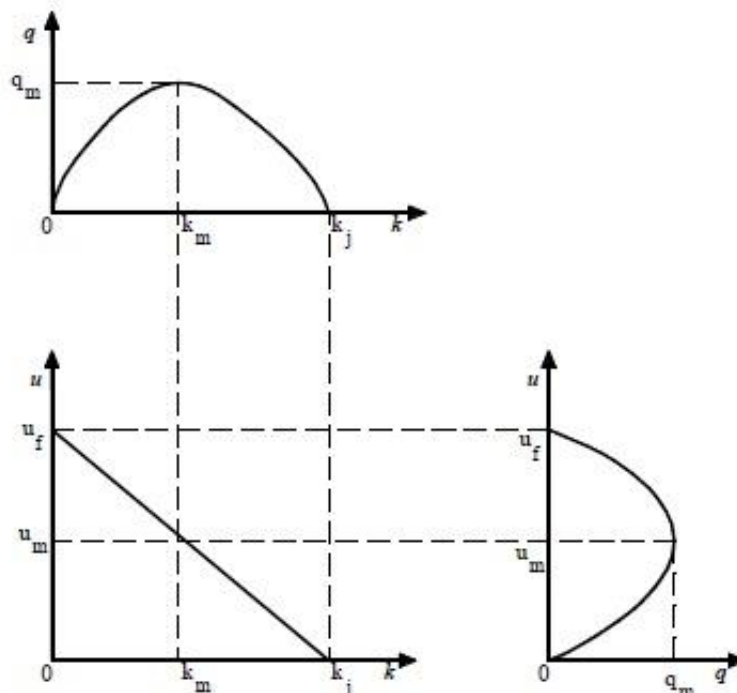


Figura 2.1 - Relação velocidade-concentração ($u-k$), velocidade-débito ($u-q$) e débito-concentração ($q-k$) [1]

Da relação fundamental é possível concluir que, mantendo o débito constante e diminuindo a velocidade, a concentração irá aumentar. Ora este é um dos objetivos da utilização da Gestão Dinâmica de Velocidades, isto é, baixar os limites de velocidade de modo a aumentar a concentração e deste modo aumentar a capacidade em autoestradas urbanas.

Os efeitos da aplicabilidade da Gestão Dinâmica de Velocidades tendo por base o Diagrama Fundamental (Figura 2.2) são estudados por H. Zackor em 1991. No seu estudo, o impacto da Gestão Dinâmica de Velocidades é fundamentado numa base de dados de tráfego, com e sem a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades numa autoestrada alemã de duas vias e duas faixas. Este estudo revela que o fluxo de tráfego estabiliza quando a velocidade é controlada nos períodos mais intensos de tráfego, pois a variação das velocidades entre os veículos é menor (isto é, a velocidade de circulação dos veículos é homogénea). Controlando a velocidade, a média de velocidades aumenta e a capacidade aumenta aproximadamente 5-10%, como se pode verificar na Figura 2.2 onde se apresenta graficamente a relação $k-q$ [2].

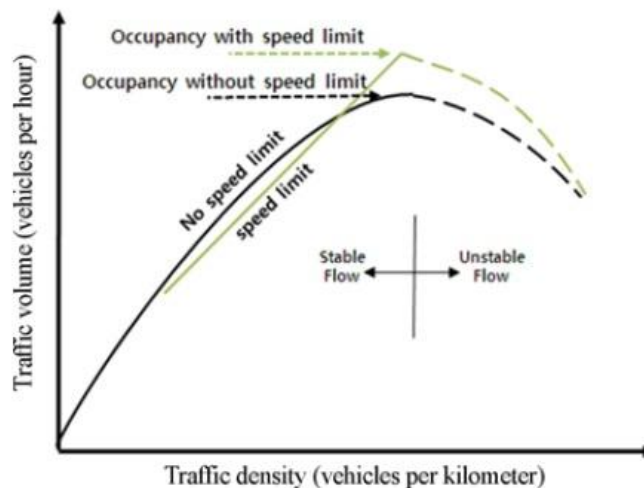


Figura 2.2 - Alteração no Diagrama Fundamental devido aos limites de velocidade [2]

Assim, pode-se constatar como a Gestão Dinâmica de Velocidades é eficiente e aplicável, melhorando a capacidade das autoestradas.

Numa tese de doutoramento, da autoria de Hegyi, que data do ano 2004, o presumível impacto da Gestão Dinâmica de Velocidades foi basicamente a substituição da curva $q-k$ entre o regime livre e a capacidade do Diagrama Fundamental por uma reta com um declive que corresponde ao limite de velocidade aplicado, como é possível observar na Figura 2.3. Neste trabalho, é mencionado que a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades a montante do local de congestionamento, reduz temporariamente o fluxo que chega a esse local, adiando assim o congestionamento. A diminuição temporária no fluxo de tráfego durante a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades é devido ao facto de a concentração ser maior para o caso de haver Gestão Dinâmica de Velocidades do que para o caso em que esta não existe [3].

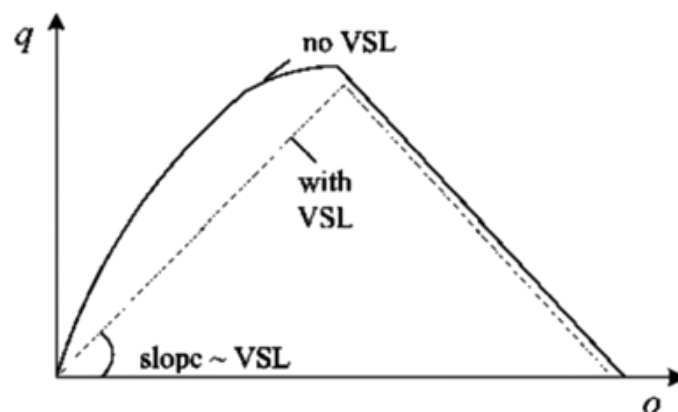


Figura 2.3 – Modelo de Hegyi do impacto da Gestão Dinâmica de Velocidades [2]

Recentemente, uma pesquisa realizada por Papageorgiou [4], também investiga o impacto da Gestão Dinâmica de Velocidades no fluxo de tráfego. O tema é investigado com maior detalhe, contendo dados reais de uma base de dados referente a uma autoestrada europeia. Foram analisados resultados para quatro casos de diferentes velocidades, designadamente, sem limite de velocidade, 60 mph (97 km/h), 50 mph (80 km/h) e 40 mph (65 km/h). Da base de dados foram seleccionados 27 dias, sendo 6 desses dias de um período de 2005 e os restantes 21 de um período de 2006. De realçar que os resultados foram separados em três casos de acordo com as condições climáticas: 21 dias sem chuva, 4 dias de chuva e 5 dias em que chovia durante e fora do período de ponta da tarde. Estes três casos foram definidos de modo ao autor conseguir perceber o impacto das condições climáticas na forma do diagrama débito-concentração [4].

As conclusões do estudo levado a cabo por Papageorgiou podem ser sintetizadas nos seguintes pontos [4]:

- Relativamente aos limites de velocidade, foi concluído que, quando aplicados sob condições críticas de concentração, têm o efeito de diminuir o declive do diagrama débito-concentração e que, quanto menor o limite de velocidade imposto maior a diminuição do declive do diagrama débito-concentração. Na Figura 2.4 é possível observar a diminuição do declive do diagrama débito-concentração devido à aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades;

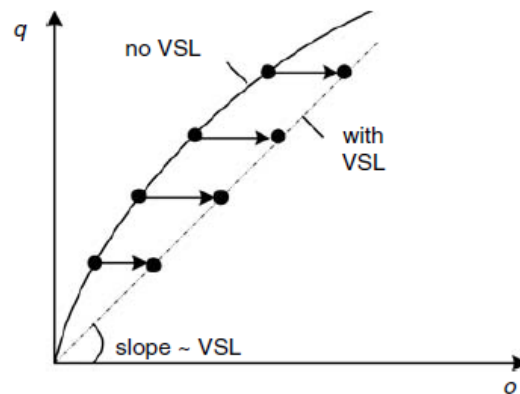


Figura 2.4 - Diminuição do declive do diagrama q - k , adaptado de [4]

- A curva débito-concentração resultante da imposição da Gestão Dinâmica de Velocidades, intersecta a curva débito-concentração não afetada, deslocando a concentração crítica para valores mais elevados do diagrama débito-concentração, como é demonstrado na Figura 2.5. A maioria das intersecções foram um pouco acima das concentrações críticas da curva não afetada pela Gestão Dinâmica de Velocidades;

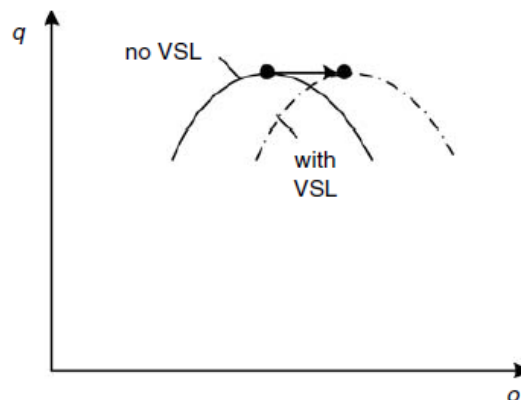


Figura 2.5 - Deslocação da concentração crítica para valores mais elevados no diagrama q - k , adaptado de [4]

- No que toca a um aumento da capacidade, a análise dos dados foi bastante inconclusiva, visto que um ligeiro aumento é visível em alguns locais, enquanto noutros locais nenhum aumento é observado;
- Em dias de chuva, no caso de não haver Gestão Dinâmica de Velocidades, a capacidade e a velocidade crítica são reduzidas cerca de 10%. As mesmas variáveis mudam de dia para dia, até para o mesmo local, sem motivo aparente, refletindo os efeitos estocásticos;
- Por outro lado, no caso de não ser imposta a Gestão Dinâmica de Velocidades a concentração crítica é menos sensível as condições climáticas e aos efeitos estocásticos;
- O limite de velocidade de 50 mph (80 km/h) é o que mais contribui para a modificação do comportamento do fluxo de tráfego e que melhor pode ser utilizado para um fluxo de tráfego eficiente. O limite de 60 mph (97 km/h) foi o que teve um impacto mais moderado, enquanto o

limite de 40 mph (65 km/h) pode ser utilizado para grandes concentrações, com mais interesse na segurança rodoviária do que num eficiente fluxo de tráfego;

- Tendo em vista a alteração real dos limites de débito, velocidade média e, numa menor escala, concentração, um algoritmo mais robusto do que o aplicado pode resultar, se as decisões de ativação da Gestão Dinâmica de Velocidades forem baseadas em estimativas em tempo real de declive do diagrama débito-concentração. Por outras palavras, embora a capacidade da autoestrada, por exemplo, possa variar de dia para dia, o facto de que os valores da capacidade ocorrem perto de uma inclinação zero não muda;
- É esperado que o algoritmo de estimação da inclinação em tempo real reduza o esforço de afinar a localização dos limites do algoritmo de controlo da Gestão Dinâmica de Velocidades.

De notar ainda que para Papageorgiou, de um modo geral, uma investigação sobre o impacto da Gestão Dinâmica de Velocidades no comportamento do fluxo de tráfego é uma tarefa difícil. Isto porque a área de concentração crítica pode ser coberta com os dados para todos os valores da Gestão Dinâmica de Velocidades aplicados, mas esses dados podem não refletir as diferentes condições de tráfego reais. Por exemplo, os dados relativos à não imposição da Gestão Dinâmica de Velocidades na área de concentração crítica são mais prováveis corresponderem a condições sem congestionamento, ao passo que os dados para um limite de velocidade de 40 mph (65 km/h) na mesma área correspondem, provavelmente, a condições críticas de tráfego, simplesmente porque o limite de 40 mph (65 km/h) não é imposto perante situações de tráfego abaixo dos valores críticos. Isto é, a estratégia de controlo, com um determinado limite de velocidade variável, que estava ativa durante a recolha de dados, pode ter algum impacto nos resultados derivados [4].

Um trabalho feito por Hyerim Cho e Youngchan Kim [2] tem por principal objetivo estudar os princípios da Gestão Dinâmica de Velocidades e os seus efeitos na formação e dissipação de ondas de choque. Os efeitos nas ondas de choque não são relevantes para a presente dissertação, porém, os princípios da Gestão Dinâmica de Velocidades estão bem explicados no trabalho acima referido [2], sendo portanto útil a sua apresentação.

Este estudo utilizou uma simplificação do diagrama débito-concentração desenvolvida por Newell [5]. Este criou um diagrama débito-concentração simples do tipo linear (Figura 2.6) dividindo o anterior diagrama débito-concentração do tipo parabólico em condições com e sem congestionamento. Desta forma, a complexidade de cálculo associada a um gráfico parabólico utilizado, tornou-se mais simples devido à utilização deste gráfico linear.

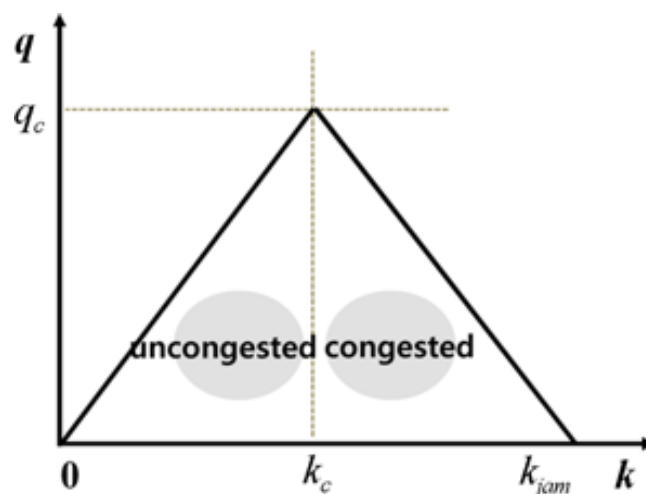


Figura 2.6 - Diagrama fundamental débito-concentração simplificado por Newell, Teoria Simplificada de Fluxo de Tráfego [2]

Tendo este estudo por base a relação fundamental entre o débito, a velocidade e a concentração, primeiramente são obtidos os dados resultantes da aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades. Depois é elaborada uma análise aos principais indicadores por forma a tirar conclusões dos efeitos dessa aplicação no fluxo de tráfego. Os principais indicadores são o débito máximo, a concentração crítica e a concentração máxima. Estes dados são obtidos com recurso a uma simulação microscópica no *software* VISSIM (*Verkehr In Städten – SIMulationsmodell*). A Figura 2.7 revela que com a diminuição das velocidades a concentração crítica aumenta e o valor de débito máximo diminui. Também é possível constatar que os valores da concentração crítica são mais sensíveis que os valores dos débitos máximos. Isto significa que a mudança é mais significativa na concentração crítica do que no débito. Para velocidades inferiores a 60 km/h é notória a queda acentuada tanto do débito máximo como da concentração crítica, sendo este um resultado também constatado por Papageorgiou [2].

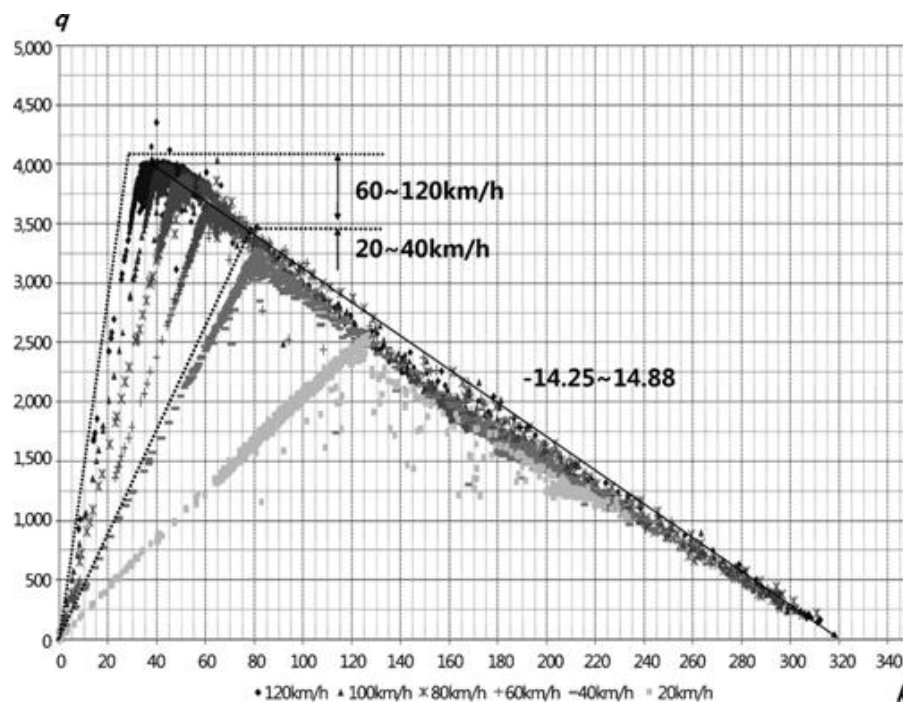


Figura 2.7 - Relação do débito e da concentração com as condições de Velocidade Variável [2]

Assim, nesta análise [2] foram adotados os resultados obtidos no estudo de Papageorgiou [4] relativos às velocidades inferiores aos 60 km/h, ou seja, estas não são estudadas visto que os seus resultados não contribuem para uma “otimização” do fluxo de tráfego. Na Figura 2.8 e Quadro 2.1 são expostos os valores das velocidades, débitos, concentrações críticas e concentrações máximas tidos em conta.

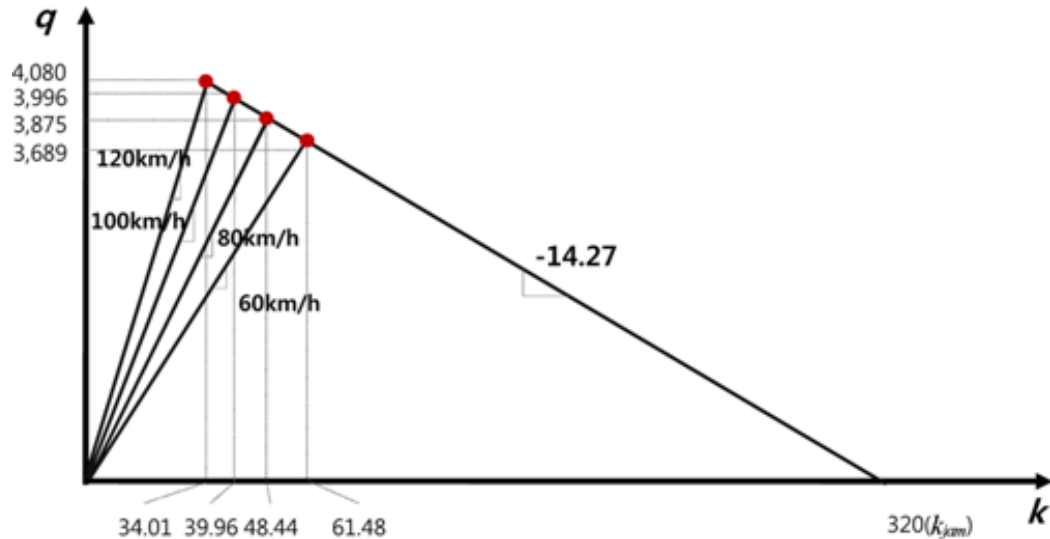


Figura 2.8 - Modificação no Diagrama Fundamental para cada velocidade para este estudo [2]

Quadro 2.1 - Relação entre o Débito e a Concentração para cada velocidade, adaptado de [2]

Velocidade	Débito (veíc./h) (débito máximo)	Concentração crítica (veíc./km)	Concentração máxima (veíc./km)
120 km/h	4 080	34,01	320
100 km/h	3 996	39,96	320
80 km/h	3 875	48,44	320
60 km/h	3 689	61,48	320

Todos os estudos apresentados, [2], [3] e [4], concluem que a Gestão Dinâmica de Velocidades tem um impacto benéfico no fluxo de tráfego, aumentando a capacidade das autoestradas. De notar que mesmo perante resultados positivos, há que ter em atenção que é muito difícil prever com exatidão os efeitos no fluxo de tráfego, não só devido aos poucos dados existentes, mas também pelas às muitas condicionantes que envolvem esta mesma previsão, como por exemplo as condições climáticas, os acidentes, o número de vias, as entradas e saídas das autoestradas, etc..

2.2.2. SEGURANÇA RODOVIÁRIA

A velocidade e a segurança rodoviária estão intimamente ligadas. Quanto maior a diferença entre velocidades com que circulam os veículos, maior a probabilidade de acidente e maior será a sua gravidade, sobretudo em situações de elevado tráfego, algo muito frequente nas horas de ponta nas autoestradas urbanas. Deste modo, a Gestão Dinâmica de Velocidades pode ser uma “ferramenta” muito eficaz no combate à sinistralidade rodoviária. Um dos motivos para tal eficácia é que a Gestão Dinâmica de Velocidades pode impor uma homogeneização nas velocidades com que circulam os veículos, evitando grandes variações nas velocidades dos veículos, diminuindo assim o número de ultrapassagens.

Não sendo este o objetivo sobre o qual recai esta dissertação, a exposição deste objetivo e de estudos elaborados sobre este, podem ter alguma utilidade, sobretudo para futuros desenvolvimentos que possam incidir na Gestão Dinâmica de Velocidades como medida de melhoria da segurança rodoviária. Deste modo, serão expostas algumas investigações assentes no âmbito deste objetivo.

Um estudo de Abdel-Aty, em 2006, tem por base a utilização da Gestão Dinâmica de Velocidades para melhorar a segurança rodoviária numa autoestrada em Orlando, Estados Unidos da América, onde são realizados testes com recurso à simulação microscópica de modo a determinar a melhor situação para a segurança dos condutores. Foram considerados dois casos, um para velocidades moderadas a “elevadas” (“fluxos de tráfego baixos”) e outro para velocidades “reduzidas” (“fluxos de tráfego elevados”) [6].

No caso das velocidades moderadas a altas, o objetivo foi alcançado. Como resultado, este estudo revela que em vez de utilizar a Gestão Dinâmica de Velocidades apenas antes e durante os períodos de congestionamento, esta gestão também pode ser aplicada durante os períodos em que não há congestionamentos. É ainda possível constatar que a utilização da Gestão Dinâmica de Velocidades, em situações em que não há congestionamentos, pode afetar positivamente os tempos de viagem [6].

No caso das velocidades baixas, as análises não mostraram uma nítida melhoria. Estas indicam que o uso da Gestão Dinâmica de Velocidades não é o mais indicado para situações em que o tráfego está congestionado. Diferentes Sistemas Inteligentes de Tráfego podem ser mais eficientes, como por exemplo o Sistema de Controlo em Rampas de Acesso (*Ramp Metering System*) [6].

Outro trabalho foi realizado por Lee [7], onde se analisa estratégias de controlo automatizado da Gestão Dinâmica de Velocidades com o intuito de reduzir as probabilidades de acidente em autoestradas.

Neste, um modelo de predição em tempo real foi desenvolvido para estimar a probabilidade de acidentes conforme as variações nas condições de tráfego. Foi utilizado um modelo de simulação de tráfego microscópica para simular realisticamente mudanças nas condições de tráfego, como o efeito da Gestão Dinâmica de Velocidades combinado com o modelo de predição de acidentes, para a avaliação das lógicas de controlo. Neste contexto de avaliação integrada, este estudo investiga o efeito das estratégias de controlo na diminuição da probabilidade de acidentes e o tempo total de viagem [7].

Os resultados da pesquisa indicam que a Gestão Dinâmica de Velocidades pode reduzir as probabilidades de acidente de 5% a 17%. Fornecem ainda informação útil para a escolha das durações das intervenções e a dimensão das reduções dos limites de velocidade por forma a reduzir as probabilidades de acidente com alterações mínimas nos tempos totais de viagem [7].

O impacto da Gestão Dinâmica de Velocidades na segurança rodoviária também foi abordado por Allaby numa investigação elaborada em 2007. Os objetivos desta são [8]:

- Definir um quadro de avaliação para algoritmos de controlo da Gestão Dinâmica de Velocidades aplicados sob condições de tráfego reais;
- Realizar uma ampla análise dos algoritmos propostos;
- Testar a sensibilidade das mudanças de desempenho nos valores dos parâmetros dos algoritmos de controlo.

O quadro de avaliação consistiu num modelo de simulação microscópica com um modelo de acidentes. Os impactos relativos à segurança e aos tempos de viagem foram quantificados para três cenários de congestionamento rodoviário, seguindo o sistema de implementação da Gestão Dinâmica de Velocidades [8].

Os resultados desta investigação sugerem que a implementação da Gestão Dinâmica de Velocidades pode melhorar a segurança rodoviária, mas que esta irá provocar aumentos nos tempos de viagem [8].

Estas investigações, [6], [7] e [8], de uma forma geral, concluem que a Gestão Dinâmica de Velocidades é benéfica para a segurança rodoviária. De notar, que estas investigações relacionam a segurança rodoviária com os níveis do fluxo de tráfego.

No ponto 2.3 são apresentados outros trabalhos, feitos em países europeus, em que as condições de segurança têm por base condições meteorológicas adversas. São também expostos alguns estudos que relacionam o fluxo de tráfego com a segurança rodoviária por forma a reforçar as conclusões obtidas nestas investigações, [6], [7] e [8].

2.2.3. QUALIDADE DO AR

A Gestão Dinâmica de Velocidades pode ser aplicada com o intuito de reduzir a emissão de agentes poluentes para a atmosfera, nomeadamente óxidos de azoto (NO_x) e partículas poluentes (PM_{10}). Isto porque reduzir a velocidade com que circulam os veículos pode levar a uma redução das emissões de agentes poluentes.

Um projeto-piloto foi desenvolvido na Holanda, na autoestrada A13 perto de *Overschie*, em 2002, com o objetivo de melhorar a qualidade do ar reduzindo o limite de velocidade para 80 km/h. As investigações sobre este projeto concluíram que a qualidade do ar foi alcançada, reduzindo as emissões de NO_x [9]. A prova de que estes resultados foram um sucesso, é a de que em 2005 mais projetos deste tipo foram desenvolvidos noutras autoestradas holandesas, e em 2009 foram aplicados limites de velocidade variáveis, no âmbito do projeto *Dynamax*, [10] e [11]. Este projeto é exposto no ponto 2.3.2 deste capítulo.

2.3. APLICAÇÃO DA GESTÃO DINÂMICA DE VELOCIDADES NOUTROS PAÍSES

A Gestão Dinâmica de Velocidades é, atualmente, aplicada em vários países, tais como Inglaterra, Estados Unidos da América, Austrália, Espanha, Suécia, Holanda, Alemanha, entre outros. Neste capítulo são apresentados projetos desenvolvidos apenas em países europeus uma vez que, as leis e normas de trânsito são semelhantes às aplicadas em Portugal.

Também são apresentados países em que a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades tem por base pressupostos e objetivos diferentes, ou seja, em alguns países a Gestão Dinâmica de Velocidades é implementada com o objetivo de diminuir a sinistralidade rodoviária, ou com o objetivo de reduzir as emissões de gases poluentes, ou ainda, e mais recentemente como medida de melhoria do fluxo de tráfego.

2.3.1. SUÉCIA

A implementação da Gestão Dinâmica de Velocidades na Suécia tem por objetivo, tanto a redução da sinistralidade rodoviária bem como a melhoria do fluxo de tráfego.

Um estudo feito pela *Movea trafikconsult AB* [12] apresenta os resultados da aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades em duas diferentes autoestradas na Suécia. Na autoestrada interurbana E6 em *Halland*, no oeste da Suécia, a Gestão Dinâmica de Velocidades, implementada em julho de 2005, é feita de acordo com as condições meteorológicas, isto é, quanto mais adversas forem as condições meteorológicas mais baixa é a velocidade permitida. Por sua vez em E6 *Molndal*, autoestrada urbana

no Sul de Gotemburgo, a Gestão Dinâmica de Velocidades é aplicada de acordo com as condições de tráfego e foi implementada em fevereiro de 2006.

2.3.1.1. Autoestrada interurbana E6 em *Halland*

A autoestrada interurbana E6 em *Halland* situa-se no sudoeste da Suécia. É uma autoestrada em que a Gestão Dinâmica de Velocidades tem por base as condições meteorológicas. O teste relativo aos efeitos da velocidade variável, foi elaborado entre a Primavera de 2005 e finais de 2007. Com uma secção de 55km, o teste dividiu-a em oito subsecções, às quais podem ser atribuídos distintos limites de velocidade. O Tráfego Médio Diário nesta autoestrada é de cerca de 20 000, em que 20% são veículos pesados [12].

A Gestão Dinâmica de Velocidades é feita manualmente a partir do Centro de Informação de Tráfego da Administração de Estradas Sueca, em Gotemburgo. A redução de velocidade é feita em intervalos de 10 km/h ou 20 km/h e o limite de velocidade mais baixo permitido é de 60 km/h [12].

As reações dos condutores suecos têm sido muito positivas em relação ao funcionamento da Gestão Dinâmica de Velocidades nesta autoestrada. O resultado do estudo de comportamento dos condutores, mostra que os sinais luminosos dos limites de velocidade são fáceis de detetar, ver e ler. No total, 90% acham que o sistema é bom e o comentário mais comum para justificar esse agrado é de que leva a um melhor fluxo de tráfego. Grande maioria dos condutores pensa que o seu comportamento melhora quando passam pelos sinais luminosos dos limites de velocidade. Cerca de 80% refere que presta mais atenção à estrada e ao estado do pavimento. Cerca de 70% dos condutores diz também que tem mais atenção às distâncias entre veículos, manobras e ultrapassagens entre veículos [12].

Os resultados da mudança de velocidades, isto é, a comparação das velocidades adotadas pelos condutores conforme as condições meteorológicas antes e depois da implementação da Gestão Dinâmica de Velocidades, são também positivos como demonstra a Figura 2.9. Antes da implementação da Gestão Dinâmica de Velocidades a velocidade máxima era de 110 km/h, sendo que depois passou para 120 km/h em condições de piso seco [12].

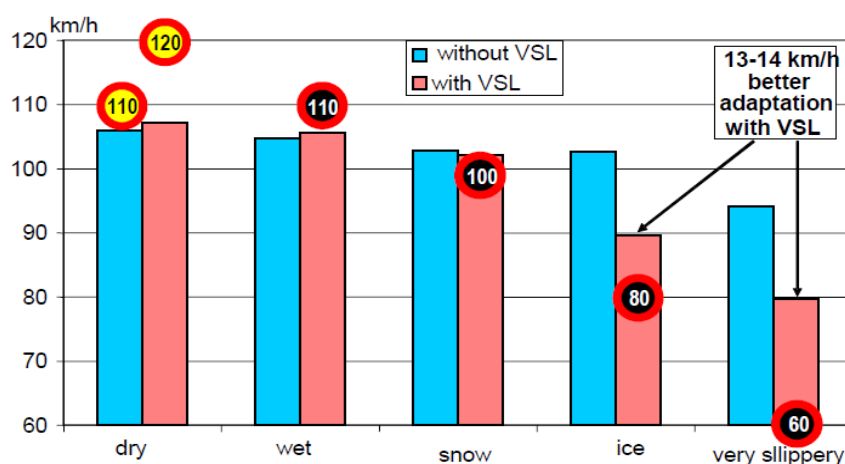


Figura 2.9 - Comparação entre velocidades médias com e sem Gestão Dinâmica de Velocidades, perante diferentes condições meteorológicas na E6 em *Halland* [12]

Por observação da Figura 2.9 é possível constatar que os condutores, mesmo com um limite máximo de 120 km/h, em piso seco, não excedem 110 km/h, o que demonstra que estão satisfeitos com o limite máximo de 110 km/h [12].

É igualmente possível observar que quando a Gestão Dinâmica de Velocidades é aplicada e os limites de velocidade são reduzidos para 110 km/h e para 100 km/h em condições de chuva e neve, respetivamente, as velocidades adotadas pelos condutores variam pouco em relação ao que anteriormente ocorria quando não havia Gestão Dinâmica de Velocidades [12].

Por outro lado, quando os limites de velocidade são reduzidos para 80 km/h e 60 km/h os condutores parecem perceber que as condições meteorológicas são realmente severas e tem uma maior cautela. A redução de cerca de 14 km/h em relação à situação sem Gestão Dinâmica de Velocidades é a prova dessa maior cautela [12].

A implementação da Gestão Dinâmica de Velocidades acarreta benefícios para a segurança. Como é possível depreender numa análise à Figura 2.9, em condições severas os condutores reduzem a velocidade o que leva a uma redução de acidentes. Nas condições menos severas, de chuva e neve, provavelmente os limites de velocidade a aplicar deveriam ser ainda mais baixos, por formar a que os condutores tivessem uma melhor perceção das más condições meteorológicas, isto é em vez do 110 – 100 km/h em algumas situações o mais aconselhável seria 80 – 60 km/h. Observando o registo de acidentes é de constatar que houve uma redução no número de acidentes com feridos de 34% para 29% [12].

Em suma, a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades com base nas condições meteorológicas na E6 em *Halland* leva a que os condutores reduzam substancialmente a velocidade com que circulam perante severas condições meteorológicas. É também possível concluir que a grande maioria dos condutores respeita o limite máximo de 120 km/h [12].

2.3.1.2. *Molndal*, autoestrada urbana E6 no sul de Gotemburgo

A E6 *Molndal* situa-se a sul de Gotemburgo e a Gestão Dinâmica de Velocidades é feita de acordo com as condições de tráfego. Inicialmente era uma autoestrada de duas vias em cada sentido com o limite de velocidade de 90 km/h, sendo que em dezembro de 2002 foram adicionadas vias e o limite de velocidade foi fixado nos 70 km/h. Em novembro de 2004 foram implementados limites de velocidade variáveis recomendáveis, sendo que em fevereiro de 2006 foram substituídas por limites de velocidade variáveis “obrigatórios”. O fluxo de tráfego na E6 *Molndal* é de 80 000 veículos por dia [12].

Quando as condições são favoráveis e o escoamento dá-se sem qualquer tipo de problemas o limite de velocidade está fixado nos 90 km/h. O limite de velocidade é reduzido de 90 km/h para 70, 50 e 30 km/h tendo em conta a densidade do tráfego. No Quadro 2.2 são expostos os critérios de Gestão Dinâmica de Velocidades conforme a densidade de tráfego aplicados na E6 *Molndal* [12].

Quadro 2.2 - Limites de velocidade na E6 *Molndal* de acordo com as condições de tráfego, adaptado de [12]

Limites de Velocidade	Crítérios de Gestão Dinâmica de Velocidades
90 km/h	Condições de “escoamento livre”
70 km/h	Densidade de tráfego superior 950 veíc./h e por via
50 km/h	Risco de formação de filas de trânsito em que a velocidade é inferior a 35 km/h e 20% de concentração
30 km/h	Formação de filas de espera, em que a velocidade é inferior a 15 km/h

A reação dos condutores à Gestão Dinâmica de Velocidades com base nas condições de tráfego é positiva sendo que dois em três consideram que o sistema é bom ou muito bom. Isto porque, segundo a opinião dos condutores, a informação dada acerca da situação de tráfego é boa e ajuda a que a condução seja cautelosa, evitando as ultrapassagens e aumentando as distâncias para os outros veículos [12].

Em relação às mudanças de velocidade, os resultados são muito positivos, por comparação com a situação anterior, em que não havia Gestão Dinâmica de Velocidades. Tais resultados são apresentados no Quadro 2.3 [12].

Quadro 2.3 - E6 Molndal, velocidades médias após a Gestão Dinâmica de Velocidades e diferença para com a situação sem Gestão Dinâmica de Velocidades, adaptado de [12]

Abro (Molndal) Sentido Norte	Gestão Dinâmica de Velocidades aplicada	Diferença com Gestão Dinâmica de Velocidades para situação sem Gestão Dinâmica de Velocidades	% tráfego com Gestão Dinâmica de Velocidades	Diferença com Gestão Dinâmica de Velocidades para situação sem Gestão Dinâmica de Velocidades
90 km/h, “escoamento livre”	86,1 km/h	+7,0 km/h	72,4 %	+2,8 %
70 km/h, tráfego denso	72,1 km/h	+6,1 km/h	27,5 %	+2,8 %
50 km/h, risco de fila	71,2 km/h	+40,2 km/h	0,1 %	-2,7 %
30 km/h, fila formada	-	-	-	-1,2%

Do Quadro 2.3 é possível retirar, que com a implementação da Gestão Dinâmica de Velocidades, as velocidades adotadas pelos condutores aumentaram, sendo que o caso mais substancial foi o de quando há risco de formação de filas de trânsito, em que a velocidade média aumentou cerca de 40 km/h. Tal situação demonstra uma melhoria no comportamento dos condutores perante situações de densidade de tráfego, levando a uma harmonização no tráfego e a uma diminuição nos intervalos de espaço entre veículos. Durante o período de medições não ocorreram formações de filas de trânsito que levassem à ativação dos 30 km/h [12].

Os benefícios para a segurança dos condutores foram também provados nestas medições, sendo que quando os limites de velocidade eram recomendados os acidentes com feridos diminuíram 20%, e quando os limites de velocidade passaram a ser controlados os acidentes com feridos diminuíram 40%. Por outras palavras, mais condutores cumprem os limites de velocidade quando estes são “obrigatórios” do que quando estes são recomendados. Ainda assim o número de acidentes é muito baixo para serem feitas conclusões estatísticas, sendo necessário mais dois anos de medições para indicar quanto significativo é o resultado [12].

Concluindo, a aceitação por parte dos condutores à Gestão Dinâmica de Velocidades é elevada, visto que as velocidades médias aumentaram perante todas as situações de tráfego e o número de acidentes com feridos diminuiu [12].

2.3.2. HOLANDA

As autoestradas na Holanda foram desenhadas para uma velocidade de 120 km/h, sendo que devido à crise energética, em 1974, o limite de velocidade foi reduzido para 100 km/h. Em 1988 os limites de velocidade na rede de autoestradas foram revistos, passando para 100 km/h perto das zonas urbanas (18% da rede) e 120 km/h nas outras zonas (82% da rede) [9].

Os problemas de poluição atmosférica levaram a que em 2002 as autoridades holandesas implementassem um projeto-piloto na autoestrada A13 perto de *Overschie*, limitando a velocidade em 80 km/h. Em 2005 mais quatro locais foram testados, com o limite de velocidade de 80 km/h [9].

A Gestão Dinâmica de Velocidades foi aplicada em 2009-2010, em diversas autoestradas (Figura 2.10) e com diferentes metodologias e objetivos. O projeto tem por nome Dynamax e, a Gestão Dinâmica de Velocidades dão o nome de Limites de Velocidade Dinâmicos [10].



Figura 2.10 - Localizações dos testes no âmbito do projeto Dynamax, adaptado de [11]

O Quadro 2.4 [11] sumariza os testes feitos nestas autoestradas, dizendo o objetivo, a forma como foi aplicada e os resultados da Gestão Dinâmica de Velocidades.

Quadro 2.4 - Síntese dos resultados do programa Dynamax, adaptado de [11]

Local do teste	Objetivo dos Limites Dinâmicos de Velocidade	Como foram aplicados os Limites Dinâmicos de Velocidade	Resultados
A1 perto de <i>Naarden</i>	Redução do tempo de viagem	O limite de velocidade é aumentado de 100 para 120 km/h durante os períodos calmos do dia.	Tempos de viagem durante os períodos calmos do dia foram reduzidos em 7%. O aumento do ruído é limitado a 0.3 dB.
A58 perto de <i>Tilburg</i>	Ambiental – Melhoria da qualidade do ar	O limite de velocidade é reduzido de 120 para 80 km/h quando as concentrações de PM ₁₀ ameaçam atingir o valor limite diário.	O número de dias em que o valor limite de PM ₁₀ é excedido foi reduzido para dois (anualmente). A média de velocidades ficou 10 a 25 km/h abaixo do limite de velocidade de 80 km/h.
A12 <i>Bodegraven- Woerden</i>	Resolução de ondas de choque	O limite de velocidade foi reduzido de 120 para 60 km/h para resolver a onda de choque.	Em média, o algoritmo ativou o limite de velocidade mais baixo 1,6 vezes por dia, resultando numa redução do atraso de 29 veículos hora por dia. De todas as ondas de choque, 8% foram resolvidas.
A12 <i>Bodegraven-Woerden</i>	Segurança rodoviária	Durante fortes chuvadas, o limite de velocidade foi reduzido de 120 para 100 ou 80 km/h.	A velocidade média foi reduzida de 9 para 13 km/h maior que a redução do que no caso de não haver redução de limites de velocidade. A segurança rodoviária foi substancialmente melhorada.
A12 perto de <i>Voorburg</i>	Redução dos congestionamentos e tempos de viagem, sem mudar a qualidade do ar	O limite de velocidade passou de 80 para 100 km/h no começo e no fim da hora de ponta da tarde (pelo meio, o limite de velocidade pode ser reduzido para 70 ou 50 km/h devido a congestionamentos).	A capacidade aumentou 8%. Os tempos de viagem foram significativamente reduzidos na hora de ponta de tarde (cerca de 1-1,8 min). O atraso diminuiu cerca de 200 a 400 veículos hora por dia. Mudança na qualidade do ar foi muito pequena (menor que a margem de erro para a qualidade do ar no modelo utilizado).

Tendo em conta os objetivos desta dissertação, são aqui expostos os procedimentos e resultados de dois dos casos do programa Dynamax, o da A1 perto de *Naarden* e o da A12 perto de *Voorburg*. Nestes dois casos o objetivo é o de redução dos tempos de viagem, e no caso da A12 perto de *Voorburg*, a redução de congestionamentos é também um objetivo. Ambos os objetivos são fundamentais para uma “otimização” do fluxo de tráfego.

2.3.2.1. A1 perto de *Naarden*

No âmbito do projeto Dynamax na autoestrada A1 perto de *Naarden*, o limite de velocidade foi aumentado de 100 km/h para 120 km/h perante volumes de tráfego baixos. O objetivo deste teste era o de diminuir os tempos de viagem para os utilizadores desta autoestrada e aumentar os níveis de aceitação perante Limites de Velocidade Dinâmicos [11].

O comprimento do segmento de autoestrada, onde foi feito o teste, tinha cerca de 6,5 km, sendo que começava com duas vias, mas na maior parte do segmento tinha três vias. Os condutores eram informados deste teste de diversas formas [11]:

- Painéis informativos no início e fim do segmento de autoestrada, que anunciavam o início e fim da aplicação dos Limites de Velocidade Dinâmica: “Limites de Velocidade Dinâmica são aqui aplicados”, como mostra a Figura 2.11;
- Painéis de informação no início do segmento da autoestrada, com informação sobre o limite de velocidade que estava a ser imposto (100 km/h ou 120 km/h), incluindo um sinal de trânsito com o limite de velocidade;
- Sinais eletrónicos que apresentavam o limite de velocidade imposto, tanto do lado esquerdo como do lado direito da autoestrada.



Figura 2.11 – À esquerda os painéis de informação e à direita os sinais eletrónicos que apresentavam o limite de velocidade imposto, adaptado de [11]

O algoritmo que “decide” quando é que o volume de tráfego é baixo o suficiente para mudar o limite de velocidade, utiliza as medições de um detetor de velocidade e volume de tráfego. Quando os critérios de velocidade, volume de tráfego e outras condições limite (por exemplo, não haver obras no segmento da autoestrada) eram alcançados durante 10 minutos, o limite de velocidade mudava. Na

prática, isto significa que durante a noite, e por alguns momentos do dia, o limite de velocidade é de 120 km/h em vez de 100 km/h. Cerca de 40% dos veículos que passaram neste segmento de autoestrada beneficiaram de um limite de velocidade maior [11].

Os resultados da aplicação de Limites de Velocidade Dinâmica, durante os períodos de pouco tráfego de modo a diminuir os tempos de viagem, mostram que estes tempos são reduzidos em cerca de 7%, o que foi benéfico para 39% dos condutores. Esta redução leva a aumentos pouco significativos nas emissões de gases poluentes e de ruído. Em relação à segurança rodoviária não foram registados impactos negativos [11].

2.3.2.2. A12 perto de Voorburg

Nesta secção, o limite de velocidade de 80 km/h foi introduzido em 2005 por motivos de qualidade do ar, substituindo o limite de 100 km/h. A escolha do limite de 80 km/h foi baseada em pesquisas que concluem que as emissões de gases poluentes são baixas quando os veículos circulam entre 70-90 km/h, sem congestionamentos [11],[13].

A avaliação às zonas em que é aplicado o limite de 80 km/h demonstram, que as emissões de óxidos de azoto (NO_x) são reduzidas cerca de 20 a 30%, e que as de partículas poluentes (PM_{10}) são reduzidas em cerca de 10%. Da avaliação foi constatado também, que nesta secção da autoestrada A12, o limite de velocidade de 80 km/h levou a valores de débito baixos [11].

A imposição do limite de 80 km/h dificulta a mudança de via por parte dos condutores, ou seja, dificulta as ultrapassagens. A aplicação de um limite de velocidade superior a 80 km/h durante as horas de ponta pode melhorar esta situação, sendo que foi este o motivo para a experiência com Limites de Velocidade Dinâmicos nesta secção da autoestrada A12 [11].

O teste na autoestrada A12 perto de Voorburg consistia em dois objetivos [11]:

- Melhorar o débito, aumentando o limite de velocidade durante as horas de ponta de 80 km/h para os 100 km/h;
- Melhorar a aceitação dos condutores, aumentando o limite de velocidade de 80 km/h para 100 km/h, durante a noite.

Uma restrição era a de que, as melhorias alcançadas na qualidade do ar com a imposição do limite de velocidade de 80 km/h, tinham de ser mantidas [11].

O teste de campo foi levado a cabo na A12, na direção de Haia para Voorburg, numa secção com 3 km de distância. O controlo da secção foi adaptado ao funcionamento de Limites de Velocidade Dinâmicos. Os limites de velocidades eram expostos em painéis eletrónicos, de modo a informar os condutores [11].

O algoritmo implementado funciona da seguinte maneira [11]:

- Normalmente, o limite de velocidade é de 80 km/h;
- Durante o dia, muda para 100 km/h quando os volumes de tráfego são elevados (acima de 3 500 veíc./h, para 3/4 da secção) ou quando as velocidades são baixas (abaixo de 50 km/h). Na prática, isto significa que das 15:20 h às 18:50 h o limite de velocidade é de 100 km/h. Um limite de velocidade mais baixo pode ser imposto quando houver congestionamentos;
- Durante a noite, entre as 23:00 h e as 05:00 h, o limite de velocidade é de 100 km/h quando o volume de tráfego é inferior a 2 000 veíc./h e as velocidades são superiores a 70 km/h. Na prática,

ca, isto significa que o limite de velocidade aumenta entre as 23:15 h e as 05:00 h, como é possível observar na Figura 2.12.

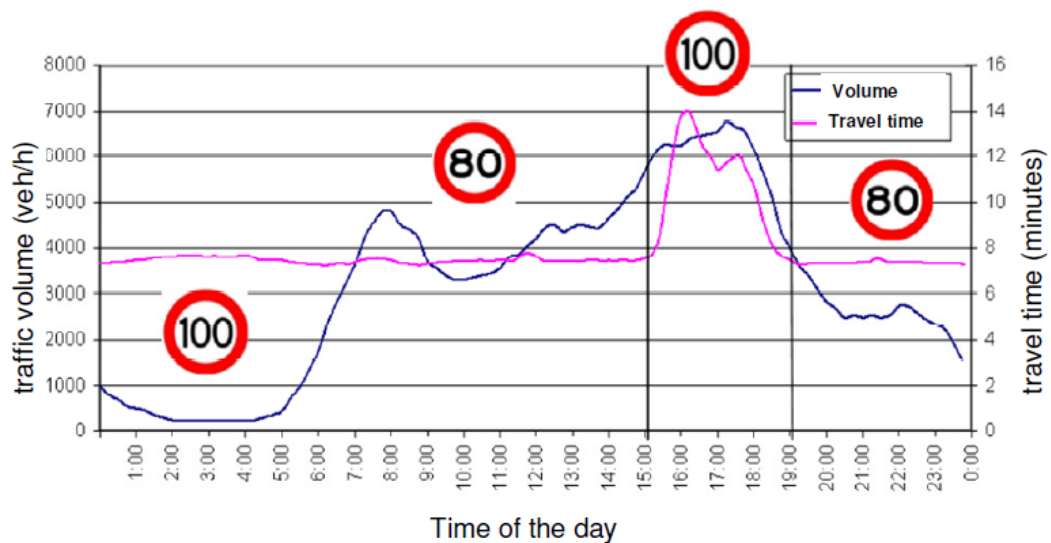


Figura 2.12 - Estratégia dos Limites de Velocidade Dinâmicos dependendo do volume de tráfego [11]

Os resultados da aplicação de Limites de Velocidade Dinâmicos na A12 perto de *Voorburg*, mostram que a capacidade da autoestrada melhorou e que diminuíram os congestionamentos nas horas de ponta, como é apresentado no Quadro 2.5 [11]:

Quadro 2.5 - Resumo dos resultados na A12 perto de *Voorburg*, adaptado de [11]

Indicador	Mudanças logo após a introdução dos Limites de Velocidade Dinâmicos	Mudanças após alguns meses de aplicação dos Limites de Velocidade Dinâmicos
Horas de atraso do veículo (hora de ponta da tarde)	-31%	-65%
Tempo de viagem (hora de ponta da tarde)	-18%	-32%
Capacidade (hora de ponta da tarde)	+4%	+8%
	Limite de 80 km/h	Limite de 100 km/h
Velocidade média	75 km/h	80 - 85 km/h
Velocidades mais elevadas	85 km/h	95 - 100 km/h
Cumprimento dos limites de velocidade	80%	Cerca de 100%

As velocidades que os condutores adotaram aumentaram perante o aumento do limite de velocidade. Este aumento foi maior na via da esquerda, onde as velocidades eram mais próximas do limite de

velocidade. Ainda assim, a velocidade média observada permaneceu abaixo do limite de velocidade imposto [11].

A Figura 2.13 mostra como o Diagrama Fundamental velocidade-débito mudou, após a implementação dos Limites de Velocidade Dinâmicos. Os pontos azuis representam medições feitas antes da aplicação dos Limites de Velocidade Dinâmicos, os pontos verde representam as primeiras medições feitas após a aplicação de Limites de Velocidade Dinâmicos e os pontos vermelhos representam a segunda medição feita após o funcionamento dos Limites de Velocidade Dinâmicos. Os pontos vermelhos mostram que o limite de 100 km/h funciona, tanto para volumes de tráfego baixos como para volumes de tráfego elevados. Mais complicado é perceber como é que o volume máximo de tráfego (indicador para a capacidade da secção da autoestrada) varia, sendo que parece que os volumes são maiores após a aplicação de Limites de Velocidade Dinâmicos. Como resultado do aumento da capacidade, os congestionamentos na hora de ponta da tarde são quase inexistentes [11].

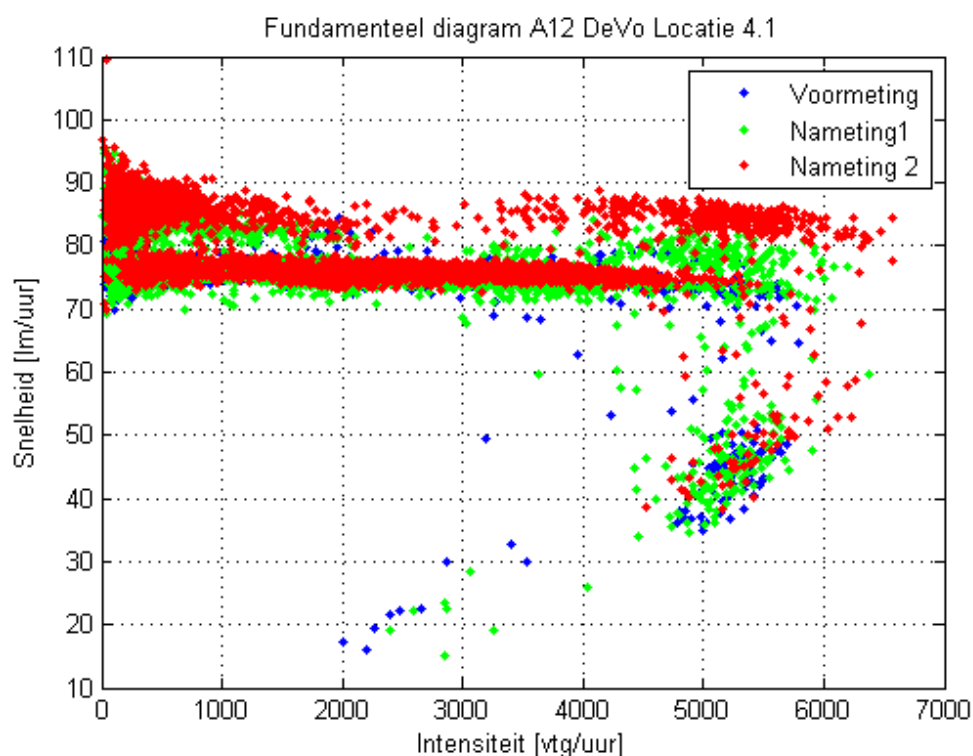


Figura 2.13 - Diagrama Fundamental velocidade-débito antes e depois da imposição de Limites de Velocidade Dinâmicos na A12 perto de Voorburg [11]

Os resultados sobre a aceitação dos condutores revelam o seguinte [11]:

- Utilizadores usuais foram menos recetivos ao limite de 80 km/h do que os condutores ocasionais;
- O aumento dos limites de velocidade durante as horas de ponta foi recebido com entusiasmo. Os condutores perceberam que poderia ajudar à redução de congestionamentos;
- Permitir um limite de 100 km/h durante a noite levou a uma maior aceitação de um limite de velocidade mais baixo durante o dia.

Relativamente, à qualidade do ar os resultados mostram que o aumento de emissões foi muito baixo durante a noite, visto que a quantidade de tráfego era de apenas de 3-4% de todo o tráfego que circula

na A12 perto de *Voorburg*. Contudo, a situação durante a hora de ponta da tarde foi mais complicada. Houve um aumento nas emissões de gases poluentes para a atmosfera, se bem que esse aumento foi muito pequeno quando comparado com os valores limite de qualidade do ar, isto é, mesmo com este aumento os limites de qualidade do ar são cumpridos [11].

Os efeitos nos níveis de ruído e na segurança rodoviária também foram analisados. Em relação aos níveis de ruído houve um ligeiro aumento, de 0,2 dB. Sobre a segurança rodoviária é difícil retirar conclusões visto que o período de investigação foi muito curto para analisar mudanças nos números de acidentes. Com o aumento da velocidade é expectável que o risco de acidente aumente. Contudo há que ter em conta que esta autoestrada foi desenhada para o limite de velocidade de 120 km/h, e que os limites de velocidade aplicados neste estudo estão abaixo desse limite. Concluindo, com base na informação disponível, é esperada uma ligeira redução na segurança rodoviária [11].

Em conclusão, os resultados do programa Dynamax são muitos encorajadores, sendo positivos perante os diferentes objetivos. A aceitação por parte dos condutores foi positiva e os testes desenvolvidos serviram também para obter uma maior experiência no que toca à Gestão Dinâmica de Velocidades, tendo em conta diferentes condições (foram testadas cinco autoestradas) e objetivos [11].

De referir ainda, que após estes testes o Governo Holandês pondera a passagem do limite máximo de velocidade de 120 km/h para 130 km/h, sendo que em julho de 2011 iniciaram-se os testes em cerca de 300 km de autoestrada [11].

2.3.3. ESPANHA

O início do projeto da Gestão Dinâmica de Velocidades em Barcelona, Espanha, surgiu, em 2007, pelos seguintes motivos [14]:

- Preocupação com o problema dos congestionamentos, tendo por base experiências de outros países, como Inglaterra, Holanda, Bélgica e Alemanha;
- O decreto de qualidade do ar do Ministério do Meio Ambiente em conformidade com a Diretiva da União Europeia.

No ano de 2008, o limite de velocidade de 80 km/h é imposto a grande parte das autoestradas que envolvem Barcelona [15].

A 15 de Janeiro de 2009, o Serviço Catalão de Tráfego (SCT – *Servicio Catalán de Tráfico*) colocou a Gestão Dinâmica de Velocidades em funcionamento na C-31, via rápida de *Castelldefels* e na C-32, autoestrada de *Garraf*. Esta medida aplica-se nos termos do Decreto 152/2007, em que o Governo da Catalunha aprovou o plano de ação para melhorar a qualidade do ar na área metropolitana de Barcelona, patrocinado pelo Departamento de Meio Ambiente e Habitação [16].

Nestas vias, C-31 e C-32, perante situações de congestionamento, de possíveis incidentes de segurança rodoviária (acidentes, obras, trabalhos de manutenção, etc.), das condições de qualidade do ar e das condições meteorológicas, o limite de velocidade é modificado. Os condutores que não respeitam os limites de velocidade sinalizados podem ser sancionados, visto que o limite é obrigatório e não recomendado [16].

A Gestão Dinâmica de Velocidades começou a ser aplicada na C-31, desde de *Castelldefels* até a praça *Cerdà* de Barcelona (19,4 km), e na C-32, numa secção compreendida entre *Castelldefels* e o nó de *Llobregat* (14,3 km). São estes os acessos (Figura 2.14) escolhidos para aplicar a Gestão Dinâmica de Velocidades, visto que 53% das entradas e saídas de Barcelona concentram-se nos acessos sul, e a via

rápida de *Castelldefels* e a autoestrada de *Garraf* formam parte destes acessos. Foi também prioritário minimizar qualquer incidência rodoviária que possa afetar o acesso ao aeroporto de *El Prat de Llobregat* pela autoestrada de *Castelldefels* [16].



Figura 2.14 - Locais de aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades, C-31 e C-32 [16]

Por forma a aplicar a Gestão Dinâmica de Velocidades algum equipamento teve de ser instalado [16]:

- 175 sinais luminosos, colocados em pórticos a cada quilometro, e de sinais laterais nos acessos à C-31 e C-32;
- Uma rede de comunicações em fibra ótica, para que o sistema funcione, que conecta a equipa de campo com o Centro de Informação Rodoviária da Catalunha (CIVICAT – *Centro de Información Vial de Cataluña*) do SCT;
- Um novo painel de mensagem variável e três câmaras na B-20, à saída do aeroporto de *El Prat de Llobregat*;
- Várias espiras de recolha de dados, aproximadamente a cada 500 metros;
- Equipamento de leitura de matrícula para calcular o tempo de percurso dos veículos;
- Estações de medição da qualidade do ar, nomeadamente de NO_x e PM_{10} ;
- Três novos projetores na CIVICAT para facilitar o controlo do sistema.

A aplicação desta nova medida na C-31 e C-32 teve, aproximadamente, um custo de 2,6 milhões de euros [16].

Tecnicamente foram tidos em conta os seguintes aspetos para o funcionamento o sistema de Gestão Dinâmica de Velocidades [16]:

- A aplicação informática que permite a gestão do sistema de controlo dinâmico de velocidades encontra-se na CIVITAC e pode funcionar de modo automático ou manual. O modo manual

apenas é utilizado na ocorrência de incidentes na via. A aplicação informática baseia-se em dois algoritmos de controlo:

- Algoritmo de congestionamento: tem como principal finalidade modificar os limites máximos de circulação na via antes de haver congestionamentos, de modo a obter um efeito de homogeneização das velocidades, reduzindo o “para-arranca”, e melhorando as condições gerais de circulação. É importante ter em conta que é imprescindível ir comprovando o comportamento real do tráfego, e ir introduzindo as modificações consideradas apropriadas neste algoritmo;
- Algoritmo de poluição: tem como finalidade modificar os limites máximos de velocidade da via com o objetivo de minimizar as emissões de agentes poluentes como NO_x e PM_{10} . Este, algoritmo só atua nos períodos em que não há congestionamentos, visto que o algoritmo de congestionamento prevalece sobre este;
- Adaptação automática dos radares de controlo de velocidade, perante as mudanças nos limites máximos de velocidade;
- As variações de velocidade realizam-se sempre em intervalos de 10km/h e as alterações que diminuem a velocidade são anunciadas com sinais intermitentes. O limite mais baixo de velocidade é de 40 km/h.

O artigo elaborado por Torné [15] estuda a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades em Barcelona, na autoestrada C-32. Este tem como objetivo avaliar esta política de gestão de tráfego apresentando uma análise quantitativa em termos de redução de congestionamentos, emissões de agentes poluentes pelos veículos e segurança rodoviária [15].

Como a comparação entre diferentes cenários tem de ser feita com procuras uniformizadas de tráfego, as comparações de medições empíricas não são representativas. De notar, que durante o período de análise, Espanha foi atingida por uma enorme recessão económica, resultando daí uma clara redução na procura no que toca à mobilidade. Assim foi utilizado um simulador macroscópico, CTMSIM (*Cell Transmission Model Simulation*), em vez de um simulador microscópico, simulando cenários diferentes sob a mesma procura. Os dados para construir uma base de cenário de procura foram recolhidos a partir de detetores indutivos instalados em cada via ao longo de 14,5 km da autoestrada C-32 [15].

Para avaliação, foram definidos cinco cenários. Três deles foram avaliados utilizando o simulador de tráfego macroscópico, CTMSIM, por forma a garantir a mesma procura. Esses três cenários são os seguintes [15]:

- Cenário Ba: antes da Gestão Dinâmica de Velocidades, caso real. Feito de acordo com a situação antes da aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades, quando eram utilizados limites de velocidade típicos (maioritariamente 120 km/h). Este cenário utilizou diagramas fundamentais calibrados com dados de Dezembro de 2007, que mostram que os limites de velocidade são superiores às velocidades médias medidas para situações sem congestionamentos;
- Cenário 80a: depois da Gestão Dinâmica de Velocidades, caso real. Situação de quando os limites de velocidade foram reduzidos para 80 km/h, a 1 de Janeiro de 2008. A simulação utiliza diagramas fundamentais calibrados com dados de Outubro de 2008. Este cenário mostra que os limites de velocidade não são estritamente cumpridos. Por isso, as velocidades médias em condições em que não há congestionamentos são ligeiramente maiores que o limite de velocidade;
- Cenário 80i: depois da Gestão Dinâmica de Velocidades, caso ideal. Situação idêntica à anterior, mas que funciona com diagramas fundamentais “ideais”. Isto porque foram construídos

assumindo que os limites de velocidade são estritamente cumpridos (a velocidade média em condições em que não congestionamentos iguala os limites de velocidade).

Outros dois cenários foram definidos usando apenas dados reais para evitar incertezas na simulação. Isto é, trata-se apenas de uma simples comparação entre os dados medidos, não envolvendo simulações. Esta metodologia tem a desvantagem de não ser capaz de definir cenários uniformizados de procura. Contudo, as diferenças são minimizadas escolhendo dois dias muito similares. Estes dois cenários são os seguintes [15]:

- Cenário Br: antes da Gestão Dinâmica de Velocidades com dados reais. Situação antes da aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades a 1 de Janeiro de 2008, quando os limites de velocidade típicos eram utilizados (maioritariamente 120 km/h). A função objetivo foi aplicada com os dados recolhidos a 18 de Dezembro de 2007, sem utilização do CTMSIM;
- Cenário DSLr: Gestão Dinâmica de Velocidades com dados reais. Situação posterior a 15 de Janeiro de 2009 com o sistema de Gestão Dinâmica de Velocidades ativado. A função objetivo foi aplicada com dados medidos a 2 de Fevereiro de 2009, sem utilização do CTMSIM.

A função objetivo avalia qualitativamente o desempenho na autoestrada C-32, a partir de pontos de vista diferentes (atrasos, emissões e segurança), para que seja possível retirar conclusões sobre a eficácia da Gestão Dinâmica de Velocidades. Nesta análise, diferentes períodos do dia são considerados [15]:

- Hora de ponta da manhã: das 7:10h às 11:20h;
- Hora de ponta da tarde: das 17:40h às 19:15h;
- Noite: das 00:00h às 06:00h, e das 22:00h às 24:00h;
- Resto do dia, que inclui as restantes horas do dia em que a procura é baixa.

A fim de agregar os custos/benefícios dos diferentes aspetos avaliados, todos os elementos da função objetivo são expressos em ganhos/perdas monetárias em euros [15].

Da avaliação feita, o limite de velocidade não reduziu significativamente as velocidades médias de circulação, na circunstância em que não há congestionamentos. Essencialmente, devido ao facto de que em grande parte das secções já são registadas velocidades médias perto dos 80 km/h antes da Gestão Dinâmica de Velocidades ser aplicada [15].

Os resultados não foram conclusivos no que toca a aumentos da capacidade da autoestrada. Por isso, é concluído que a Gestão Dinâmica de Velocidades neste tipo de autoestradas urbanas não é capaz de providenciar benefícios significantes em períodos de congestionamentos. Contudo, se as medidas de Gestão Dinâmica de Velocidades forem aplicadas com outras estratégias de gestão de tráfego, as sinergias podem resultar em benefícios significativos [15].

2.4. CONCLUSÃO

Neste capítulo abordou-se os objetivos da aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades e foram apresentados alguns países, nos quais esta mesma gestão é aplicada.

Os objetivos da Gestão Dinâmica de Velocidades são otimizar o fluxo de tráfego, melhorar a segurança rodoviária e a qualidade do ar. No ponto 2.2 foram expostos vários estudos no âmbito destes objetivos, sendo que esses estudos permitem perceber os pressupostos teóricos que fundamentam a Gestão Dinâmica de Velocidades. Foi constatado, que os resultados são positivos na sua generalidade mas a

esses está sempre associada alguma incerteza visto que é um tema muito recente, e portanto existem poucos dados e poucos modelos que podem servir de base. É também necessário ter em conta as muitas condicionantes que envolvem estas previsões, como por exemplo, os acidentes, o número de vias, as condições climatéricas, etc..

De modo a colmatar as incertezas destas experiências, no ponto 2.3 foram expostos casos de aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades noutros países, sendo apresentados os pressupostos que levaram à aplicação deste tipo de gestão de tráfego. Os resultados registados nas autoestradas suecas e holandesas, acima apresentadas, foram positivos. Apenas no caso da Espanha, é que os resultados não foram conclusivos no que toca a aumentos da capacidade da autoestrada.

Concluindo é possível afirmar que a Gestão Dinâmica de Velocidades pode ter efeitos positivos no controlo e gestão de tráfego, todavia para ser aplicada deverá ter-se em conta as especificidades (geometria da via, débitos, procura, número de acidentes, etc.) do local onde vai ser implementada.

3

CASO DE ESTUDO

3.1. INTRODUÇÃO

No âmbito desta dissertação, será aplicado o conceito de Gestão Dinâmica de Velocidades, em ambiente simulado, ao troço da Via Cintura Interna (VCI) a norte do Rio Douro. Neste semi-anel, a VCI é constituída maioritariamente por 3 vias em cada sentido, com separadores centrais tipo “*New Jersey*” e separadores laterais metálicos. Ao longo de toda a via o limite de velocidade é de 90 km/h, sendo que existem alguns radares de controlo de velocidade mas que estão inoperacionais, bem como alguns painéis de mensagem eletrónicos [17].

Com o intuito de gerir os fluxos de tráfego viário, a “*Avenida de cintura*” foi idealizada pelo Prof. Antão de Almeida Garret no “*Plano Regulador da Cidade do Porto*”, em 1952. Mais tarde, em 1962, no âmbito do “*Plano Diretor da Cidade do Porto*”, o urbanista francês Robert Auzelle atribui à VCI não um formato de avenida, mas sim de via rápida. A sua construção foi faseada pela seguinte ordem [17],[18]:

- 1963: troço entre a ponte da Arrábida e o Nó de Francos, com ligação à avenida AEP, é inaugurado;
- 1990: Concluído outro troço, que liga o Nó de Francos à Via Norte;
- 1993: troço entre Via Norte e autoestrada A3 é finalizado;
- 1995: é concluída a ligação a norte do Rio Douro, com o prolongamento até à Ponte do Freixo.

Assim, surge a VCI a norte do Rio Douro, com o objetivo de ligar a cidade a autoestradas importantes, tanto a norte como a sul, e de gerir o tráfego de entrada e saída na cidade do Porto. De realçar que a VCI foi apenas concluída em 2007, quando foi finalizada a construção no lado de Vila Nova de Gaia, tomando assim a forma de um anel que circunda tanto a cidade do Porto como a de Vila Nova de Gaia [17].

Com a finalidade de melhorar o fluxo de tráfego, e tendo em conta que trata-se de uma autoestrada urbana, a Gestão Dinâmica de Velocidades é apresentada como uma possível solução. Desse modo, através do *software* de simulação AIMSUN, foram desenvolvidos vários cenários de simulação microscópica por forma a analisar os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades no fluxo tráfego. A procura baseia-se em matrizes origem-destino, com a duração da hora de ponta da manhã, uma hora (das 8h às 9h).

No ponto 3.2 é feita uma breve explicação de modelos de simulação com especial enfoque no modelo AIMSUN, sendo depois descrito o procedimento adotado na construção da rede bem como na calibração dos veículos.

No ponto 3.3 é explicado o procedimento para obter a matriz origem-destino em que se baseiam todas as simulações. No ponto 3.4 são apresentados os diferentes cenários simulados, bem como os objetivos dessas e os dados de entrada utilizados.

3.2. CONSTRUÇÃO DA REDE E CALIBRAÇÃO DOS VEÍCULOS

3.2.1. MODELOS DE SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

A simulação de tráfego é uma ferramenta eficaz na determinação de benefícios e impactos de projetos de transportes. Os modelos de simulação permitem testar sistemas, recorrendo a menos recursos e possibilitando uma maior segurança, do que um mesmo teste na rede real. Com o evoluir das capacidades dos computadores surgiram uma grande variedade de *software*, que devido à competitividade de mercado, tornam-se mais simples e eficazes [19].

Os modelos de simulação podem ser classificados de acordo com características fundamentais, como o nível de detalhe, a escala temporal e/ou a representação do processo.

Relativamente ao nível de detalhe, que os modelos de simulação conseguem representar, a classificação pode ser feita da seguinte forma [19]:

- **Sub-microscópicos:** modelos com maior nível de detalhe, descrevendo o funcionamento de partes do veículo, o seu comportamento pormenorizado e do seu condutor (por exemplo a mudança de velocidade na caixa);
- **Microscópicos:** avaliam o tráfego detalhadamente representando cada veículo como uma entidade. Este modelo microscópico depende do comportamento dos condutores e das características dos seus veículos, daí que as variáveis mais utilizadas sejam a velocidade individual, o tempo e a distância entre veículos. Assim, é possível representar a circulação dos veículos na rede de uma forma mais realista, apesar de requerer uma maior quantidade de dados e tempo de codificação;
- **Mesoscópicos:** nível de detalhe intermédio, não diferenciando os veículos como elementos singulares, mas sim como pelotões;
- **Macroscópicos:** calculam o tráfego como um todo, não fazendo distinção entre as partes que o constituem. Os modelos macroscópicos são caracterizados por variáveis como a concentração, o débito, a taxa de ocupação, a velocidade média no espaço e no tempo.

Frequentemente os modelos macroscópicos são preferidos para aplicação, visto que são mais rápidos e simples que os modelos microscópicos. Porém, existe situações em que os modelos macroscópicos são insuficientes e é recomendada a utilização de modelos microscópicos visto que apresentam um maior nível de detalhe [19].

Quanto à escala temporal, é possível distinguir os modelos estáticos, em que variáveis como a procura permanecem constantes durante a simulação, e os modelos dinâmicos que permitem a variação da procura ao longo da simulação. No caso dos modelos dinâmicos é usual classificar os modelos tendo em conta a escala temporal como variável independente [19]:

- **Modelos contínuos:** descrevem as mudanças no tráfego de forma ininterrupta no tempo, num sistema de solicitações contínuas;
- **Modelos discretos:** consideram que as alterações no tráfego acontecem de forma descontínua no tempo.

Existem outras variáveis independentes que podem ser descritas de uma forma contínua ou discreta tais como a velocidade ou a posição do veículo [19].

No que toca à representação do modo de comportamento dos veículos numa rede de transporte, esta pode ter por base duas abordagens [19]:

- **Determinística:** comportamento é conhecido para todos os intervenientes, sendo portanto um processo que descreve as variáveis de uma forma analítica não tendo em atenção a aleatoriedade;
- **Estocástica:** reflete a natureza aleatória bem como probabilística das variáveis intervenientes.

3.2.1.1. Modelo AIMSUN

O modelo AIMSUN (*Advanced Iterative Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks*) foi desenvolvido e comercializado pela empresa espanhola *Transport Simulation Systems* (TSS), de Barcelona. O AIMSUN é um modelo de simulação de tráfego, que permite uma análise microscópica, isto é, permite modelar, individualmente, o comportamento de cada veículo no decorrer do tempo de simulação estabelecido e de acordo com as diversas teorias de comportamento dos veículos [19].

De referir, que de acordo com as referências consultadas, o AIMSUN tem provado ser muito útil no teste de novos sistemas de controlo e gestão de tráfego, entre os quais a implementação de Sistemas Inteligentes de Transporte. Este modelo foi classificado como de grande aplicabilidade, não só para a análise de redes urbanas mas também para a análise de autoestradas [19].

As redes são fisicamente representadas por nós e arcos (ou secções). Por nós designam-se as interações entre diferentes arcos e por arcos designam-se as faixas de rodagem. O modelo possui também um alto nível de detalhe, sendo possível distinguir vários tipos de veículos (ligeiros, pesados, autocarros, etc.) e distintos tipos de comportamentos dos condutores. O AIMSUN permite ainda representar equipamentos reais na rede modelada, como sinais verticais, sinais luminosos de tráfego, detetores de tráfego, painéis eletrónicos de mensagens variáveis, entre outros [19].

No que toca à modelação do tráfego, o AIMSUN permite duas formas de simular a circulação dos veículos na rede. Uma é tendo por base uma matriz origem-destino, outra é baseada nos volumes de tráfego de entrada na rede e as probabilidades de realizarem um dado movimento [19].

O intervalo de entrada na rede entre veículos sucessivos pode ser definido segundo os diferentes tipos de distribuição: exponencial, uniforme, normal, constante e ASAP (*As soon as Possible*) na qual os veículos entram na rede assim que existe espaço disponível suficiente [19].

Na calibração dos veículos é possível caracterizar diferentes variáveis tais como: comprimento, largura, velocidade máxima, aceleração máxima, desaceleração normal, desaceleração máxima, aceitação da velocidade, distância mínima entre veículos, tempo de paragem perante um sinal vertical de tráfego de cedência de passagem, probabilidade de um veículo seguir determinada recomendação no caso de existirem painéis eletrónicos de mensagens variáveis e tempo de reação [19].

O comportamento dos veículos é também passível de calibração. Os veículos deslocam-se ao longo da rede de acordo com os modelos que descrevem o comportamento dos diferentes condutores: a interação entre veículos (*car-following*), a mudança de via (*lane-changing*) e o intervalo crítico (*gap acceptance*). Cada veículo procura viajar à sua velocidade máxima mas o seu movimento é condicionado pelo ambiente envolvente, os outros veículos e as regras de circulação. O modelo é atualizado de acordo com o intervalo de simulação, normalmente compreendido entre 0,1 e 1,0 segundos [19].

O modelo de interação entre veículos (*car-following*) descreve a interação entre dois veículos consecutivos que circulam na mesma via: líder (*leader*) e seguidor (*follower*). Tem por base um modelo em que os veículos são classificados como livres ou condicionados pelo veículo da frente. Se for condicionado, o veículo seguidor tenta ajustar a sua velocidade de modo a manter uma distância segura em relação ao veículo da frente. Este modelo é constituído por duas componentes: aceleração e desaceleração. A aceleração representa a intenção do veículo aumentar a sua velocidade, enquanto a desaceleração representa as limitações impostas pelo veículo que é “líder” [19].

A mudança de via é modelada como um processo de decisão, sendo que existem três tipos de causas para a necessidade de mudança de via [19]:

- **Mudança de via obrigatória:** ocorre quando é imposta a saída do veículo da via onde circula, devido ao bloqueio da via por algum incidente, ao fim da via, à não permissão do movimento desejado e/ou a não permissão de um determinado tipo de veículo nessa via;
- **Mudança de via sem restrições:** acontece quando um veículo muda de via para que possa circular à velocidade máxima. No caso de existência de diversas vias, o veículo ira optar pela que possuir uma velocidade de circulação superior e que não termine em breve. Por sua vez, para realizar esta manobra o veículo estará condicionado ao espaço existente entre veículos. Esta mudança ocorre devido à existência de filas de espera, paragens de autocarro e/ou movimentos de viragem em vias partilhadas;
- **Mudança de via antecipada:** dá-se quando um veículo muda de via em antecipação a movimentos lentos. O processo de decisão tem por base a diferença entre a velocidade na via corrente e nas vias adjacentes.

O tempo para realizar a manobra afeta a fluidez do tráfego uma vez que o veículo irá ocupar momentaneamente duas vias. É permitido somente uma mudança de via por intervalo de simulação [19].

O modelo de Intervalo Crítico caracteriza o comportamento do condutor quando este tem a intenção de mudar de direção ou de via, e necessita de esperar até que surja um intervalo entre veículos que seja suficiente para que possa efetuar o movimento. Este tempo mínimo necessário é designado de Intervalo Crítico. O modelo tem em conta a distância entre veículos para uma hipotética colisão, bem como as suas velocidades e as suas acelerações [19].

Relativamente às simulações no AIMSUN, a informação é organizada em cenários, experiências e reproduções. É possível definir mais do que um cenário, e para cada um pode ser criada mais do que uma experiência. As experiências são compostas por reproduções, que no caso de serem mais do que uma pode ser criada uma média das reproduções [19].

Nos cenários é centralizada a informação que define a procura, linhas de transportes públicos e o plano de controlo dos sinais luminosos. Na experiência são definidos: a duração do período de aquecimento (*warm-up*), as chegadas e o tipo de intervalo de entrada de veículos na rede, os valores das variáveis (por exemplo o tempo de reação), e as políticas a serem ativadas. Nas reproduções é apenas definido o número da semente aleatória [19].

As simulações interativas podem ser gravadas, interrompidas a uma determinada hora e realizadas a diferentes velocidades. É também possível simular sem animação, o que tem como consequência uma maior rapidez na simulação [19].

O AIMSUN, permite que os resultados das simulações, ou dados de saída, possam ser definidos pelo utilizador, estando ao dispor deste vários formatos. Isto é, o utilizador pode optar por quadros sumário, gráficos, ficheiros com dados de saída nos mais diversos formatos (*Access* ou *ODBC (Open Data Base*

Connectivity)), etc.. Antes de iniciar a simulação é necessário seleccionar as variáveis que serão analisadas, o modo de gravação, o sistema de unidades e o período de tempo de registo (global ou periódico) [19].

No decorrer da simulação, a duas ou três dimensões, é possível criar diversos tipos de animação por forma a realçar informação que o utilizador queira analisar, por tipo de veículo, pelo movimento ou outras características definidas pelo utilizador. É também possível visualizar informação sobre o número de veículos em circulação de cada tipo, o número de veículos que aguardam para entrar na rede e o número de veículos que já saíram da rede [19].

Pode também ser visualizada a informação pormenorizada sobre um dado veículo durante a simulação, através da sua selecção, sendo possível observar a evolução do seu percurso em tempo real [19].

Os arcos, os nós e os detetores permitem obter diferente informação estatística, como a concentração, a velocidade, o nível de serviço, o número de veículos, o tempo de viagem, o comprimento médio da fila de espera, entre outras informações dependendo do elemento da rede [19].

Os dados de saída, para cada tipo de veículo, podem ser detalhados conforme o elemento em análise: toda a rede (*system*), um determinado arco (*section*), uma determinada via (no caso de o arco ser composto por várias vias) (*lane*), um determinado nó (*node*), um movimento num determinado nó (*turning*) ou um itinerário (um centroide de origem e um outro centroide de destino). No caso deste último, somente os veículos que realizam o percurso na totalidade é que são contabilizados para a estatística. Se existirem linhas de transporte público, também podem ser obtidas estatísticas para cada uma delas [19], [20].

No Quadro 3.1, são expostos os dados de saída, por elemento, que o AIMSUN permite analisar. Os elementos rede, arco, via, movimento, itinerário, transporte público são denominados de A, B, C, D, E e F, respetivamente. No caso de o elemento ser um nó os dados de saída são os seguintes:

- Nível de serviço;
- Número de veículos perdidos no nó;
- Número de veículos que falharam um dado movimento no nó.

Quadro 3.1 - Dados de saída, por elemento, do AIMSUN, adaptado de [19], [20]

Dados de saída	Elementos						Definições (por elemento)
	A	B	C	D	E	F	
Concentração (veíc./km)	X	X	X				Nº médio de veículos por quilómetro
Débito (veíc./h)	X	X	X	X			Nº de veículos que atravessaram a totalidade do elemento por hora
Tempo de viagem (s/km)	X	X	X	X	X	X	Tempo médio que um veículo demora a atravessar o elemento
Atraso (s/km)	X	X		X	X	X	Diferença entre o tempo de viagem expectável (condições ideais) e o gasto
Tempo parado (s/km)	X	X		X	X	X	Tempo médio parado por veículo
Velocidade média (km/h)	X	X	X	X	X	X	Velocidade média para todos os veículos
Velocidade média harmónica (km/h)	X	X	X	X	X	X	Velocidade média harmónica para todos os veículos
Total viajado (km)	X	X		X	X	X	Nº total de quilómetros viajados por todos os veículos que atravessaram o elemento
Tempo total viajado (h)	X	X		X*	X*	X*	Tempo total viajado por todos os veículos
Veículos para entrar	X						Nº de veículos à espera para entrar no elemento
Veículos dentro	X						Nº de veículos dentro do elemento
Veículos fora	X						Nº de veículos que saíram do elemento
Veículos perdidos dentro	X						Nº de veículos que perdidos dentro do elemento
Veículos perdidos fora	X						Nº de veículos perdidos e que saíram do elemento
Veículos perdidos					X	X	Nº de veículos perdidos
Fila de espera Média (veíc.)	X	X	X	X	X		Comprimento da fila de espera média
Fila de espera Máxima (veíc.)	X	X	X	X	X		Comprimento máximo da fila de espera
Fila de espera média virtual (veíc.)	X	X				X	Comprimento virtual da fila de espera média
Fila de espera virtual máxima (veíc.)		X				X	Comprimento virtual máximo da fila de espera
Número de paragens	X	X		X	X	X	Nº médio de paragens por veículo e quilómetro
Combustível consumido (litros)	X	X		X	X	X	Total de litros de combustível consumido pela totalidade dos veículos
Poluição emitida	X	X		X	X	X	Para cada poluente, o total de quilogramas emitidos por todos os veículos
Mudança de via (veíc.)	X		X				Nº de mudanças de via no elemento

*em segundos

3.2.2. CONSTRUÇÃO DA REDE

Por rede, designa-se a VCI do Porto, que foi codificada no *software* AIMSUN, por forma a ser possível analisar os diferentes cenários de simulações microscópicas. O AIMSUN permite exportar do *site* Wikimapia.org, imagens aéreas com as coordenadas geográficas corretas bem como dimensões muito semelhantes às reais, e desse modo foi extraída uma imagem aérea da rede viária da cidade do Porto (Figura 3.1).



Figura 3.1 - Imagem aérea da rede viária da cidade do Porto, exportada para o AIMSUN [21]

Tendo toda a rede viária do Porto no AIMSUN, foi feita uma seleção das vias que correspondem à VCI. Após esta seleção foi necessário trabalhar nessas vias, corrigindo alguns erros, como o número de vias das diferentes secções da VCI, a geometria de traçado das entradas e saídas da VCI e os tipos de movimentos permitidos em cada nó.

Com as correções já concluídas foram colocados centroides, isto é, polos geradores de tráfego que servem de origem e/ou destino aos veículos nas simulações realizadas, visto que a modelação do tráfego que circula na rede tem como base uma matriz origem-destino. A Figura 3.2 mostra a rede codificada, bem como os nomes atribuídos aos respetivos centroides.



Figura 3.2 – Rede a ser utilizada no AIMSUN, com os nomes dos respectivos centroides

De forma a verificar se a rede estava preparada para ser objeto de simulações, foi elaborada uma matriz origem-destino unitária, que pode ser observada no Anexo I. Daqui foi concluído que toda a rede funcionava corretamente, isto é, movimentos e viragens eram executados corretamente bem como todos os centroides receberam e enviaram veículos.

Assim sendo, a rede estava pronta a ser utilizada, dando-se início à fase seguinte, nomeadamente à calibração dos veículos.

3.2.3. CALIBRAÇÃO DOS VEÍCULOS

Finalizada a construção da rede, foi necessário realizar a calibração. Tendo por a dissertação *Calibração de Modelos Microscópicos de Simulação de Tráfego em Redes Urbanas* [19], foram analisados dois conjuntos de valores para os diferentes parâmetros que caracterizam os veículos. Estes dois conjuntos foram simulados para três diferentes velocidades, 70 km/h, 80 km/h e 90 km/h. Apenas foram utilizados veículos do tipo ligeiro e a matriz origem-destino, com 4 períodos com a duração de 15 minutos, considerou uma procura constante de 1 000 veículos com origem e destino nos centroides referentes à Ponte do Freixo e à Ponte da Arrábida. A matriz origem-destino utilizada nas simulações de calibração dos veículos pode ser consultada no Anexo I.

Os valores médios adotados para o primeiro conjunto, são os valores assumidos pelo AIMSUN, sendo apenas alterado o valor de velocidade máxima desejada conforme o respetivo limite de velocidade. Por exemplo, para o limite de velocidade de 90 km/h, o valor de velocidade máxima desejada era também de 90 km/h.

O segundo conjunto foi retirado da dissertação anteriormente referida [19]. Houve a necessidade de testar uma segunda calibração visto que os valores da primeira, apresentados por defeito pelo AIMSUN não eram razoáveis, sobretudo no que toca aos valores das desacelerações, tanto a normal como a máxima.

Assim, no Quadro 3.2, são apresentados os valores médios das características dos veículos assumidos na primeira e segunda calibração, para as velocidades de 90 km/h, 80 km/h e 70 km/h.

Quadro 3.2 - Valores médios adotados na primeira e na segunda calibração dos veículos

Dados de entrada	90 km/h		80 km/h		70 km/h	
	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
	Calibração	Calibração	Calibração	Calibração	Calibração	Calibração
Extensão (m)	4	4,4	4	4,4	4	4,4
Largura (m)	2	1,8	2	1,8	2	1,8
Velocidade máxima desejada (km/h)	90	90	80	80	70	70
Aceleração máxima (m/s ²)	3	2,2	3	2,2	3	2,2
Desaceleração normal (m/s ²)	4	1,9	4	1,9	4	1,9
Desaceleração máxima (m/s ²)	6	3,2	6	3,2	6	3,2
Aceitação da velocidade	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Distância mínima entre veículos (m)	1	1	1	1	1	1
Tempo de paragem perante um sinal cedência de passagem (s)	10	10	10	10	10	10
Aceitação de ser guiado	100%	75%	100%	75%	100%	75%
Fator de sensibilidade	1	1	1	1	1	1
Headway mínimo	2	2	2	2	2	2
Tempo de reação (s)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Tempo de reação em STOP (s)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Reação para o veículo da frente (s)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Probabilidade [0,1]	1	1	1	1	1	1

Os valores das características dos veículos adotados para desvio padrão, bem como os valores máximos e mínimos, podem ser observados no Anexo II.

Foi criado um cenário de simulação, com o intuito de analisar as tendências das duas calibrações perante a redução dos limites de velocidade, cujos parâmetros podem ser consultados Anexo II. Neste cenário foi criada uma experiência com apenas uma reprodução. Nesta simulação, como já foi referido, a procura foi definida pela matriz origem-destino exposta no Anexo I.

Quadro 3.3 - Principais resultados das duas calibrações de veículos simuladas

Dados de saída	1ª Calibração			2ª Calibração		
	90 Km/h	80 Km/h	70 Km/h	90 Km/h	80 Km/h	70 Km/h
Concentração (veíc./km)	7,91	9,07	10,38	8,02	9,00	10,29
Débito (veíc./h)	7228	7016	6851	6914	6799	6653
Tempo de Viagem (seg./km)	42,26	48,94	56,37	45,48	50,94	58,33
Velocidade (km/h)	85,70	74,15	64,45	81,04	72,05	62,82
Veículos na rede (veíc.)	8243	8151	8151	7942	7942	7942

A partir dos resultados apresentados no Quadro 3.3 é possível concluir que ambas as calibrações, quando simuladas, perante a diminuição dos limites de velocidade apresentam resultados com tendências similares.

Visto que a primeira calibração apresenta valores pouco aceitáveis, como já foi referido, será mais correto utilizar a segunda calibração. Concluindo, a segunda calibração dos veículos é aquela que será utilizada nas diferentes simulações elaboradas nesta dissertação.

Os resultados relativos a todos os dados de saída da primeira e segunda calibração, estão expostos no Anexo III.

3.3. MATRIZ ORIGEM-DESTINO

De modo a elaborar a Matriz Origem-Destino que serve de base para a procura nas diversas simulações, foi necessário recolher dados referentes a essa procura. Tendo em conta a complexidade da rede modelada e os recursos disponíveis, optou-se por utilizar os dados relativos à procura na hora de ponta da manhã, das 8h às 9h, do modelo SATURN (*Simulation and Assignment of Traffic to Urban Road Networks*) da rede viária da cidade do Porto.

Após exportar os dados da rede modelada no SATURN para um ficheiro *Excel*, foi possível elaborar uma Matriz Origem-Destino que serve para definir a procura no AIMSUN. Esta matriz pode ser observada no Anexo 1, sendo que o número total da procura é de 34 056 veículos.

De realçar que os volumes gerados pela zona “Estádio do Dragão” não foram recolhidos mas sim definidos, pois a rede modelada no SATURN, por ser antiga, não contempla este nó de entradas e saídas. Assim, considerou-se que os volumes gerados na referida zona seriam iguais aos gerados pela zona “Mercado Abastecedor” para as zonas “Campanhã SUL”, “Campanhã NORTE”, “Freixo” e “Ponte do Freixo”. Para as restantes zonas, o volume gerado pela zona “Estádio do Dragão” foi considerado zero.

De notar que esta matriz serve de base para todas as simulações que são analisadas, visto que para além da análise à Matriz Origem-Destino base, são também analisadas as seguintes matrizes:

- 120% da Matriz Origem-Destino base;
- 80% da Matriz Origem-Destino base;
- 50% da Matriz Origem-Destino base;
- 25% da Matriz Origem-Destino base.

Todos estes cenários simulados são abordados no ponto 3.4 e aí é feita uma descrição mais detalhada das simulações elaboradas bem como das matrizes origem-destino utilizadas e acima referidas.

3.4. CENÁRIOS

Por forma a avaliar o efeito de diversos limites de velocidade na VCI do Porto, foram simulados cinco cenários que se encontram descritos de uma forma sucinta no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Sumário das simulações

Título da simulação	Procura total (veículos)	Limites de velocidade simulados
1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base	34 056	90 Km/h, 85Km/h, 80 Km/h, 75 Km/h, 70 Km/h, 65 Km/h e 60 Km/h
2ª Simulação: 120 % da Matriz Origem-Destino base	40 868	90 Km/h, 80 Km/h e 70 Km/h
3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base	27 244	90 Km/h, 80 Km/h e 70 Km/h
4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base	17 123	100 Km/h, 90 Km/h, 80 Km/h e 70 Km/h
5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base	8 558	100 Km/h, 90 Km/h, 80 Km/h e 70 Km/h

Os parâmetros relativos aos cenários simulados são iguais para todas as simulações elaboradas (Anexo II) com exceção da velocidade. De notar que, para que o limite de velocidade seja cumprido é necessário alterar os limites de velocidade nos veículos e também nos arcos que compõe a rede. Cada simulação foi reproduzida 10 vezes (10 iterações) por forma a obter resultados com maior rigor, sendo feita uma média dessas 10 reproduções.

Em cada simulação foi analisada toda a rede e os arcos (ou secções) que se encontram entre as entradas e saídas da VCI, em ambos os sentidos, Ponte do Freixo-Ponte da Arrábida (Este-Oeste) e Ponte da Arrábida-Ponte do Freixo (Oeste-Este). O Quadro 3.5 mostra quais os arcos que foram analisados em cada sentido, sendo possível observar no Anexo IV as fotos aéreas referentes aos arcos modelados.

Quadro 3.5 - Arcos entre entradas e saídas da VCI analisados, em cada sentido

Arcos analisados			
Sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida	Comprimento (metros)	Sentido Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo	Comprimento (metros)
Gondomar - Campanhã	142	Campo Alegre – Bessa Leite	472
Campanhã - Mercado Abastecedor	645	Bessa Leite – Francos	629
Mercado Abastecedor - Areosa	274	Francos – Carvalhido	951
Areosa - A3 Braga	450	Carvalhido – Amial	60
A3 Braga - Paranhos	300	Amial – Faria Guimarães	125
Paranhos - Amial	142	Faria Guimarães – A3 Braga	141
Amial - Via Norte	85	A3 Braga – Antas	436
Via Norte - Norte Shopping	1285	Antas – Estádio do Dragão	140
Norte Shopping - Av. Boavista poente	212	Estádio do Dragão – Campanhã	642
Av. Boavista poente - Av. Boavista	297	Campanhã - Freixo	148
Av. Boavista - Campo Alegre	579	-	-

Nos pontos seguintes são apresentadas, individualmente, as cinco simulações. Os resultados e as conclusões das cinco simulações são abordados no Capítulo 5: Resultados.

3.4.1. 1ª SIMULAÇÃO: MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE

Na primeira simulação no AIMSUN, foram analisadas as velocidades de 90 km/h, 85 km/h, 80 km/h, 75 km/h, 70 km/h, 65 km/h e 60 km/h, com intuito de observar a tendência dos diversos resultados de modo a ser possível avaliar os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades na VCI.

Os 90 km/h retratam o limite de velocidade da VCI, tendo sido adotado para limite mais baixo a velocidade de 60 km/h. Isto porque as vias de acesso à VCI têm o limite de 50 km/h, logo não seria razoável baixar esse limite até 50 km/h.

O intervalo de 5 km/h, foi definido de modo a ser possível realizar uma análise detalhada dos efeitos da redução de velocidade.

A matriz origem-destino utilizada nesta simulação está representada no Anexo I. O seu valor total é de 34 056 veículos durante uma hora. Relativamente aos veículos foram utilizados os dados de entrada, já calibrados, cujo processo foi descrito no ponto 3.2.3. No Quadro 3.6 é apresentado um exemplo dos valores médios dos dados de entrada, relativos aos veículos utilizados para a velocidade de 90 km/h.

Quadro 3.6 - Dados de entrada dos veículos, para o limite de velocidade de 90 km/h. Valores médios.

Dados de entrada	Limite de velocidade 90 km/h
Extensão (m)	4,4
Largura (m)	1,8
Velocidade máxima desejada (km/h)	90
Aceleração máxima (m/s^2)	2,2
Desaceleração normal (m/s^2)	1,9
Desaceleração máxima (m/s^2)	3,2
Aceitação da velocidade	1,1
Distância mínima entre veículos (m)	1
Tempo de paragem perante um sinal cedência de passagem (s)	10
Aceitação de ser guiado	75%
Fator de sensibilidade	1
Headway mínimo	2
Tempo de reação (s)	0,75
Tempo de reação em STOP (s)	1,1
Reação para o veículo da frente (s)	1,3
Probabilidade [0,1]	1

No Anexo II estão representados os valores mínimos, máximos e do desvio padrão. De referir que em relação aos outros limites de velocidade analisados apenas varia o valor da “Velocidade máxima desejada”, que é o respetivo limite de velocidade analisado. Os quadros com os valores dos dados de entrada dos restantes limites de velocidade encontram-se no Anexo II.

3.4.2. 2ª SIMULAÇÃO: 120% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE

Esta segunda simulação tem como intuito “sobrecarregar” a rede, por forma a verificar se a aplicação da Gestão Dinâmica de Velocidades tem resultados positivos e se mantêm-se as tendências apresentadas na primeira simulação. Relativamente à procura, a matriz origem-destino utilizada está exposta no Anexo I, sendo o valor total 40 868 veículos ao longo de uma hora. A todas a “células” da Matriz Origem-Destino base (Anexo I) foi adicionado 20% do valor existente.

Os limites de velocidade simulados foram 90 km/h, 80 km/h e 70 km/h. A escolha destes três limites de velocidade deve-se ao facto de que os limites inferiores a 70 km/h não trazem melhorias ao fluxo de tráfego (algo constatado nos resultados da 1ª simulação). Também foram adotados estes três limites por serem os mais razoáveis a ser cumpridos, visto serem números “redondos”.

Os valores médios, mínimos, máximos e de desvio padrão, dos dados de entrada relativos aos veículos, estão presentes no Anexo II.

3.4.3. 3ª SIMULAÇÃO: 80% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE

A redução de 20% na Matriz Origem-Destino base foi feita com o objetivo de analisar se o comportamento do tráfego que circula na VCI é semelhante aos resultados obtidos na 1ª simulação. Sobretudo, porque ao “aliviar ligeiramente” a rede é expectável que ocorram menos congestionamentos não havendo assim necessidade de aplicar a Gestão Dinâmica de Velocidades. Por outras palavras, este é uma simulação com o intuito de perceber até quando pode a Gestão Dinâmica de Velocidades ser uma medida eficaz para melhorar o fluxo de tráfego.

Devido aos mesmos motivos da simulação anterior, os limites de velocidade simulados nesta terceira simulação foram 90, 80 e 70 km/h. Assim sendo os dados de entrada relativos aos veículos são os mesmos que foram utilizados na segunda simulação e encontram-se no Anexo II.

Quanto à procura, o seu valor total é de 27 244 veículos, em uma hora. Ou seja, 80% da procura da Matriz Origem-Destino base. A matriz utilizada na terceira simulação pode ser observada no Anexo I.

3.4.4. 4ª SIMULAÇÃO: 50% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE

Na quarta simulação, todos os valores na Matriz Origem-Destino base foram reduzidos em 50%. Daí que a procura total seja de 17 123 veículos, durante uma hora, estando a matriz exposta no Anexo I.

O objetivo desta simulação foi o de constatar, se perante uma redução na procura seria vantajoso aplicar o limite de velocidade de 100 km/h de modo a melhorar o fluxo de tráfego na VCI. Para além deste objetivo, também foi mantido o objetivo comparativo com as tendências demonstradas nos resultados da primeira simulação. Os limites de velocidade simulados foram 100, 90, 80 e 70 km/h, estando os valores dos dados de entrada presentes no Anexo II.

3.4.5. 5ª SIMULAÇÃO: 25% DA MATRIZ ORIGEM-DESTINO BASE

A quinta simulação teve o intuito de analisar os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades em condições em que a rede está com pouca procura, ou seja, “pouco carregada”. Estas condições ocorrem sobretudo durante a noite, sendo portanto o principal objetivo desta simulação estudar as consequências no fluxo de tráfego da aplicação do limite de 100 km/h e se este é “aplicável” no período noturno. Assim, os dados de entrada dos veículos são iguais aos da simulação anterior, podendo esses dados ser observados no Anexo II.

No que toca à procura, o seu valor total foi de 8 558 veículos, para uma hora. Resulta da redução de 75% no valor existente em todas as “células” da Matriz Origem-Destino base, sendo que a matriz resultante desta redução encontra-se no Anexo I.

3.5. CONCLUSÃO

Por forma a analisar os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades no fluxo de tráfego, com recurso ao *software* AIMSUN, foi modelada a VCI do Porto. Foram desenvolvidos cinco cenários de simulação microscópica, nomeadamente:

- 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base;
- 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base;
- 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base;
- 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base;
- 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base.

Em cada cenário simulado foi analisada não só toda a rede, mas também os arcos (ou secções) entre as entradas e saídas VCI, em ambos os sentidos (Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida e Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo).

O *software* AIMSUN possibilita uma análise consistente e detalhada, mas são apenas previsões, e não reflexos do que acontece na realidade. Isto porque inúmeros fatores (condições meteorológicas, fatores psicológicos dos condutores como o *stress*, etc.) que ocorrem no dia-a-dia, ainda não são possíveis de simular ou de ter em conta nos modelos de simulação.

Mesmo assim, as simulações elaboradas, facultam uma variedade de informações para analisar muito próximas da realidade. A análise desses resultados está presente no capítulo seguinte.

4

RESULTADOS

4.1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo são analisados os resultados relativos às cinco simulações elaboradas no âmbito desta dissertação:

- 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base;
- 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base;
- 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base;
- 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base;
- 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base.

Com objetivo de melhorar o fluxo de tráfego na VCI do Porto aplicando a Gestão Dinâmica de Velocidades, são analisados cinco indicadores:

- Concentração (veíc./km) - repartição dos veículos no espaço. Mede-se pelo número de veículos por unidade de comprimento [1];
- Débito (veíc./h) - repartição dos veículos no tempo, sendo definido pelo número de veículos que passam numa secção durante um certo intervalo de tempo [1];
- Tempo de viagem (minutos/km);
- Velocidade média (km/h);
- Veículos na rede, sendo que este foi apenas tido em conta na análise a toda a rede.

De referir, que o tempo de viagem é dado pelo AIMSUN em segundos por quilómetro, tendo sido posteriormente convertido para minutos por quilómetro. Assim, torna-se mais perceptível a sua análise.

Esta análise de resultados incide sobre três diferentes elementos: toda a rede, os arcos no sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida e os arcos no sentido Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo.

No ponto seguinte, os resultados são agrupados pelos diferentes elementos. Em cada elemento, são expostos os resultados das cinco simulações bem como a sua análise.

4.2. ANÁLISE DE RESULTADOS

Nos seguintes pontos são apresentados os resultados de cada simulação, em formato gráfico. Os dados de origem dos gráficos encontram-se no Anexo III sob a forma de quadros.

4.2.1. TODA A REDE

4.2.1.1. 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base

Observando primeiramente a concentração (Figura 4.1), é possível constatar que esta aumenta perante a diminuição dos limites de velocidade. Isto significa que a Gestão Dinâmica de Velocidades leva a um aumento do número de veículos por quilómetro, como seria de esperar.

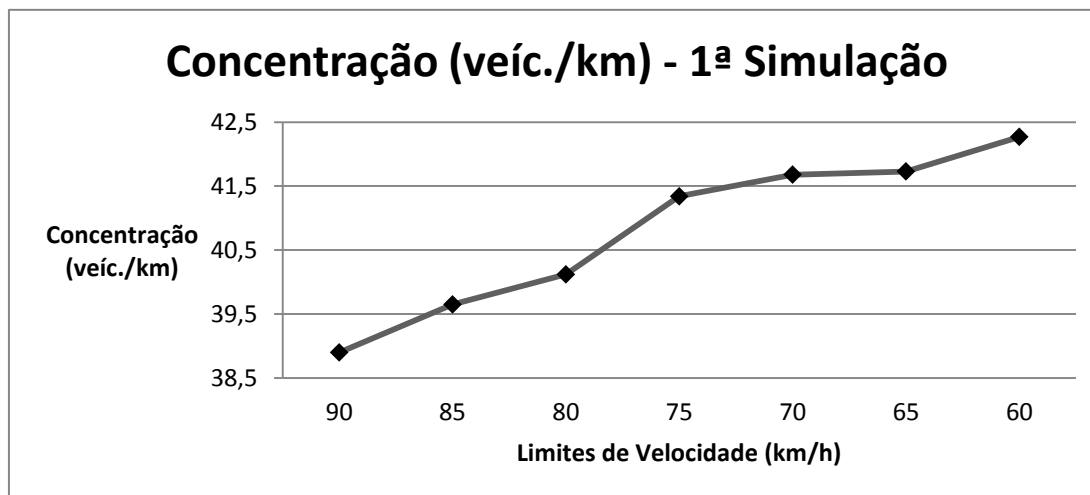


Figura 4.1 - Resultados da concentração, para a 1ª Simulação: Matriz OD base

Também os valores do débito (Figura 4.2) são sempre maiores para os limites de velocidade inferiores a 90 km/h, sendo vantajosos até o limite de 75 km/h. Isto porque, para os limites de velocidade mais baixos do que 75 km/h, os valores do débito estabilizam.

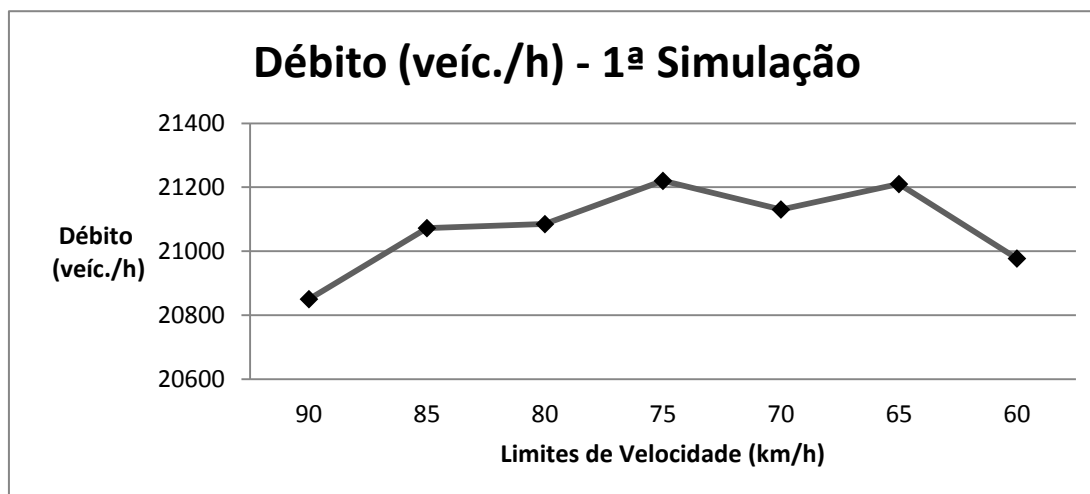


Figura 4.2 - Resultados do débito, para a 1ª Simulação: Matriz OD base

Relativamente aos tempos de viagem (Figura 4.3), estes aumentam com a redução dos limites de velocidade. Contudo, este aumento é muito ligeiro e pouco significativo pois, a diferença entre, os tempos para o limite de 90 km/h e os tempos para o limite de 60 km/h, é de cerca de 0,2 minutos (12 segundos).

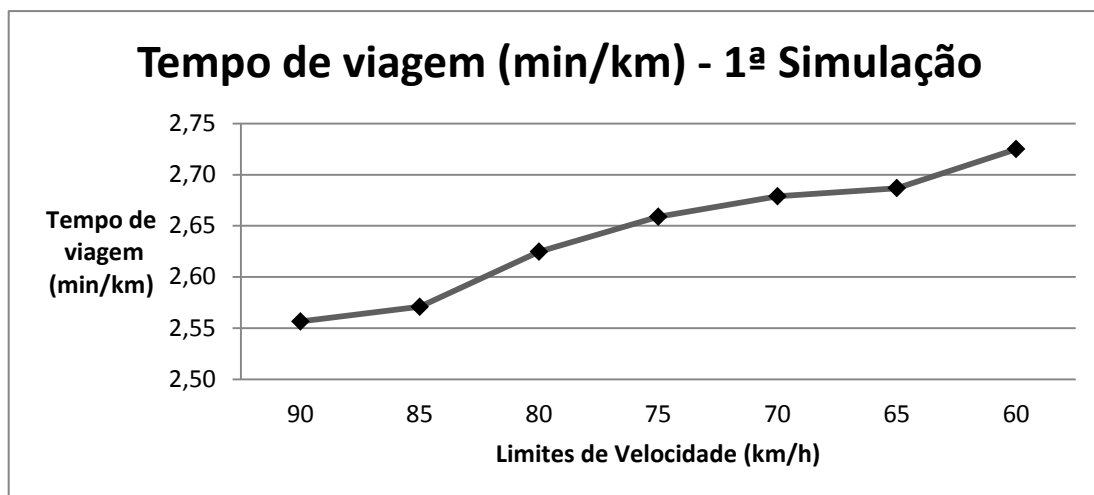


Figura 4.3 - Resultados do tempo de viagem, para a 1ª Simulação: Matriz OD base

A velocidade média registada (Figura 4.4), também diminui com a diminuição dos limites de velocidade. A diferença máxima dessa redução é na ordem dos 6 km/h (do limite de 90 km/h para o limite de 60 km/h). Tal como ocorre no tempo de viagem, é uma diferença pouco significativo.

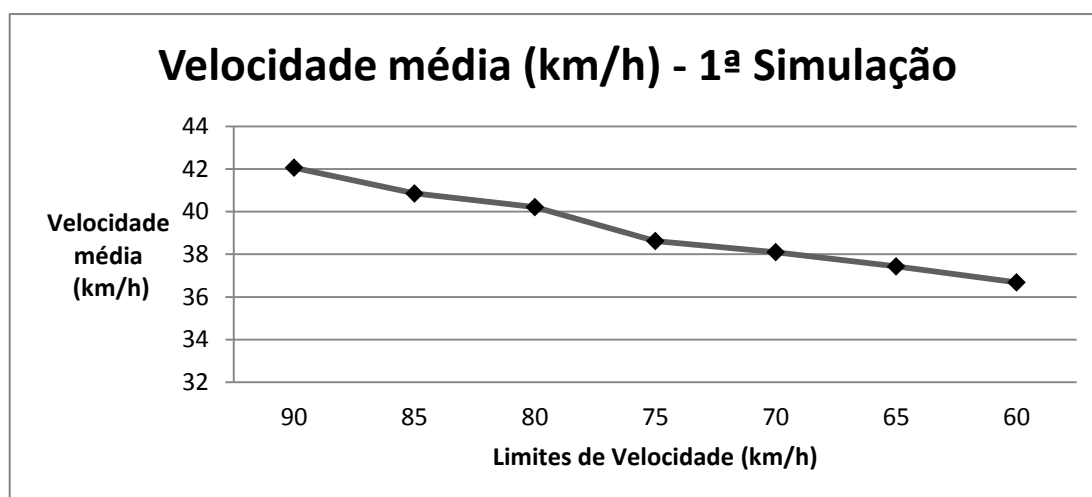


Figura 4.4 - Resultados da velocidade média, para a 1ª Simulação: Matriz OD base

No que toca a veículos na rede (Figura 4.5), o seu valor aumenta com a diminuição dos limites de velocidade, estabilizando para limites de velocidade inferiores a 75 km/h.

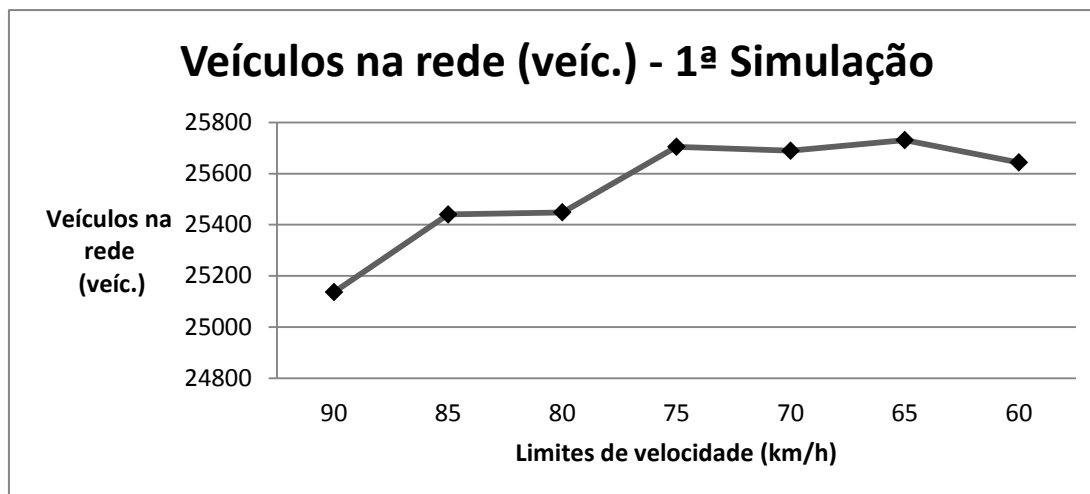


Figura 4.5 - Resultados de veículos na rede, para a 1ª Simulação: Matriz OD base

Resumindo, da análise dos gráficos é possível constatar que, numa forma geral, a redução dos limites de velocidade tem efeitos positivos no fluxo de tráfego. Isto porque os valores relativos à concentração (Figura 4.1), ao débito (Figura 4.2) e ao número de veículos na rede (Figura 4.5) aumentam significativamente. Por outro lado, o aumento registado nos tempos de viagem (Figura 4.3) bem como a diminuição da velocidade média (Figura 4.4), são pouco significativos, quando comparados com os aumentos registados, por exemplo, na quantidade de veículos na rede (diferença máxima de aproximadamente 600 veículos) (Figura 4.5) ou do débito (diferença máxima de cerca de 400 veíc./h) (Figura 4.2).

De referir ainda, que destes resultados é possível excluir os limites de velocidade inferiores a 70 km/h, visto que estes não apresentam valores vantajosos para uma melhor circulação dos veículos em toda a rede.

4.2.1.2. 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base

Observando os resultados da segunda simulação, é possível constatar que apenas o débito (Figura 4.7) não segue a tendência dos resultados da primeira simulação. Ainda assim, o débito (Figura 4.7) para o limite de 80 km/h é superior ao do limite de 90 km/h, aumentando cerca de 100 veíc./h.

Relativamente aos restantes indicadores, verifica-se que perante a redução dos limites de velocidade, a concentração (Figura 4.6), o tempo de viagem (Figura 4.8) e o número de veículos na rede (Figura 4.10) aumentam, e a velocidade média (Figura 4.9) diminui, algo observado também na primeira simulação. Contudo nesta simulação as diferenças entre valores máximos e mínimos foram menores. Ou seja, aumentando os valores da procura, os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades não levam a uma melhoria tão evidenciada do fluxo de tráfego, como a que foi observada na primeira simulação.

Contudo, há que notar, que o limite de 80 km/h apresenta sempre resultados mais positivos do que o limite de 90 km/h, tanto na primeira como na segunda simulação.

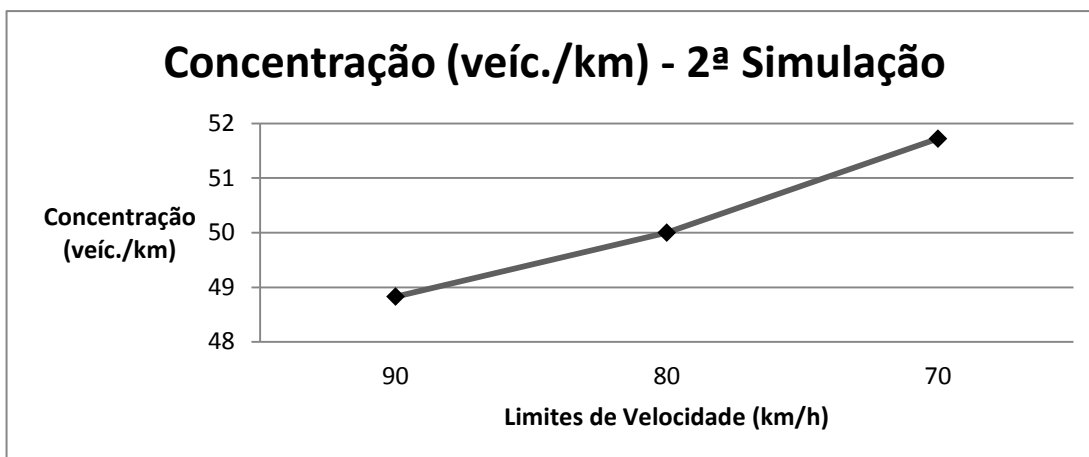


Figura 4.6 - Resultados da concentração, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base

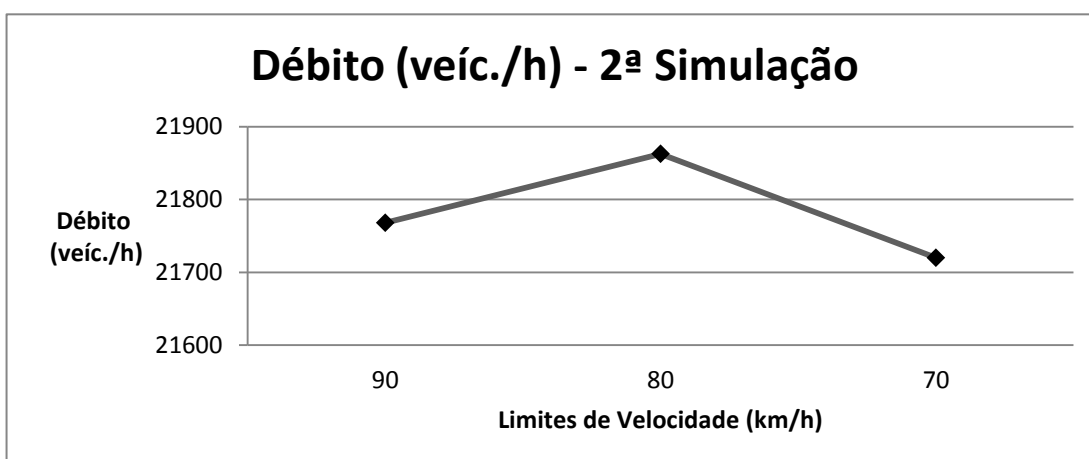


Figura 4.7 - Resultados do débito, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base

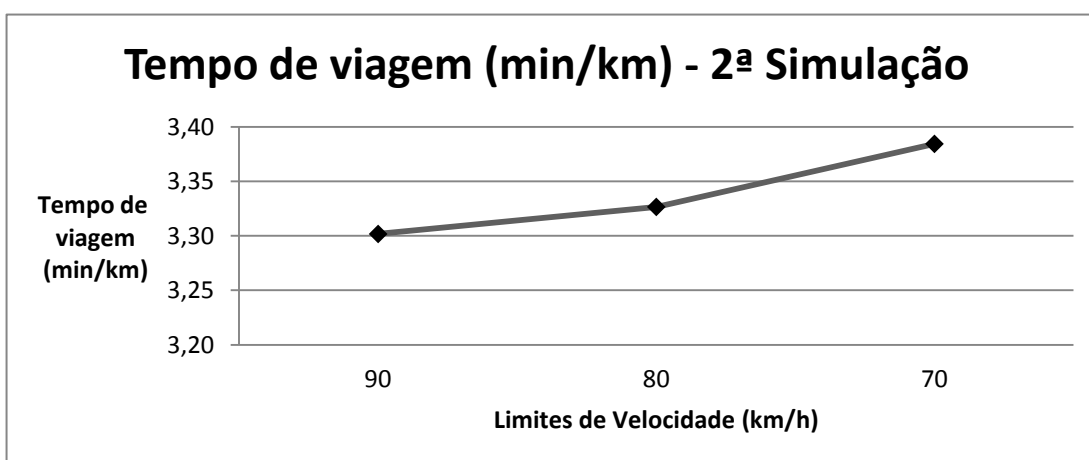


Figura 4.8 - Resultados do tempo de viagem, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base

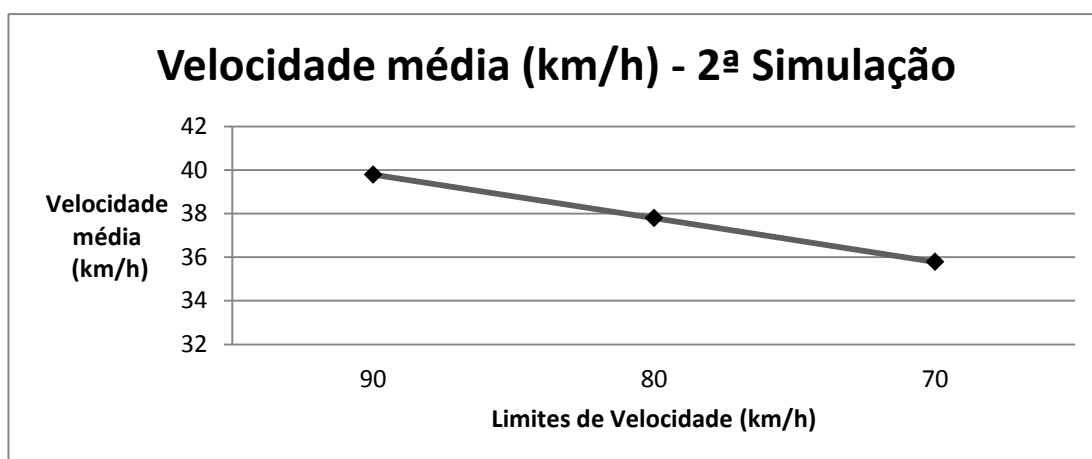


Figura 4.9 - Resultados da velocidade média, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base

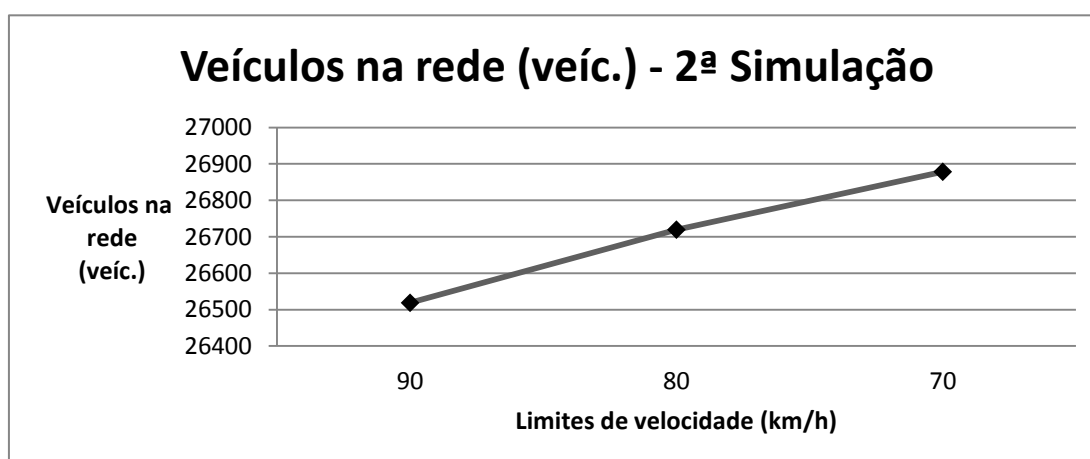


Figura 4.10 - Resultados de veículos na rede, para a 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base

4.2.1.3. 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base

Diante da redução em 20% da procura, os resultados apresentam as mesmas tendências observadas na primeira simulação. Observando também as diferenças entre os valores máximos e mínimos de cada gráfico, é possível concluir que também são muito similares às diferenças na primeira simulação.

Concluindo, a Gestão Dinâmica de Velocidades tem efeitos positivos no fluxo de tráfego perante uma redução de 20 % na procura.

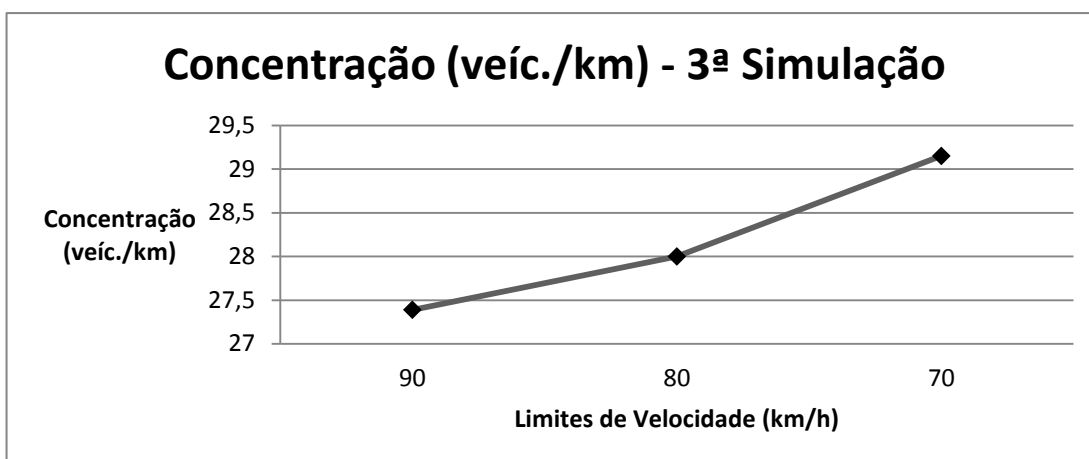


Figura 4.11 - Resultados da concentração, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base

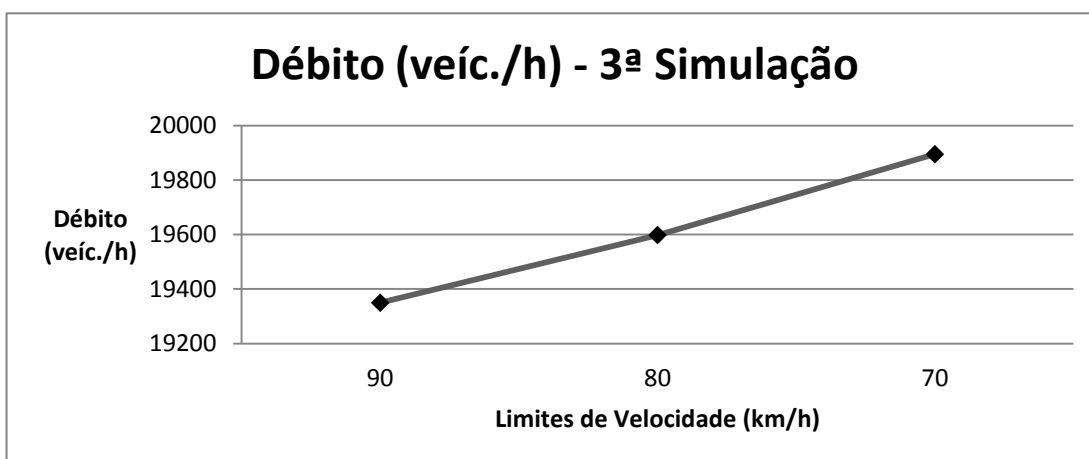


Figura 4.12 - Resultados do débito, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base

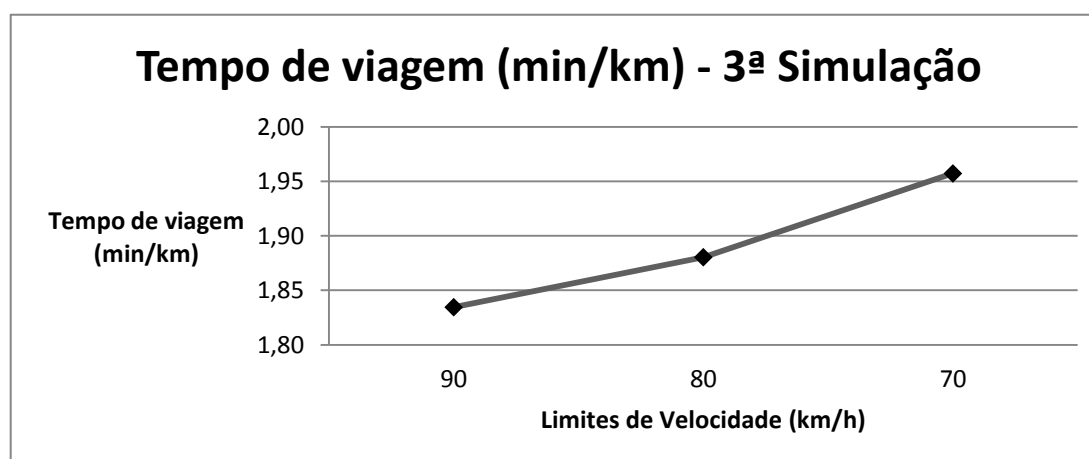


Figura 4.13 - Resultados do tempo de viagem, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base

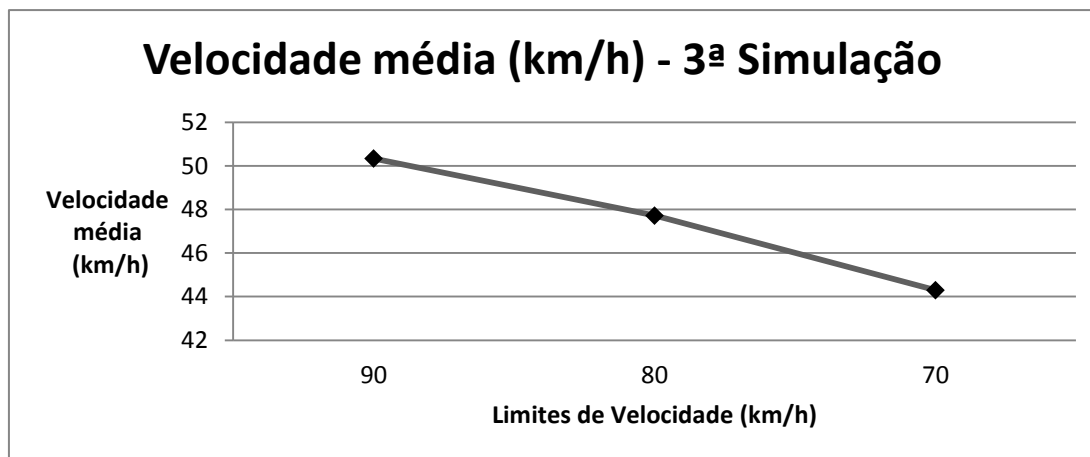


Figura 4.14 - Resultados da velocidade média, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base

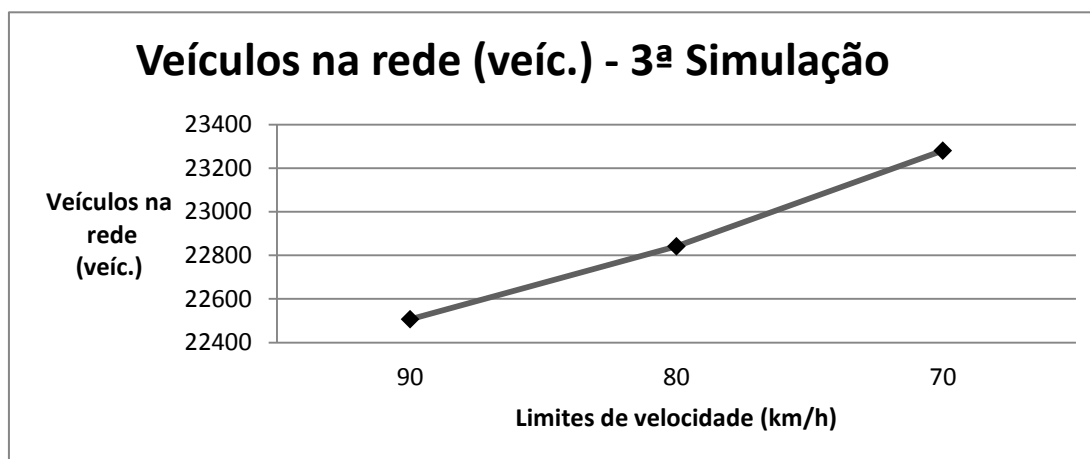


Figura 4.15 - Resultados de veículos na rede, para a 3ª Simulação: 80% da Matriz OD base

4.2.1.4. 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base

Relativamente à redução em 50% da procura, os valores apresentados demonstram que o limite de 100 km/h não é vantajoso para o fluxo de tráfego.

Quanto à tendência dos resultados, excluindo o limite de 100 km/h, apenas a concentração (Figura 4.16) e o tempo de viagem (Figura 4.18) não seguem as evoluções registadas na primeira simulação, apresentando diferenças muito pequenas. Os restantes resultados, débito (Figura 4.17), velocidade média (Figura 4.19) e número de veículos na rede (Figura 4.20), têm evoluções semelhantes às observadas na primeira simulação.

É então seguro dizer, que perante uma redução de 50% na procura, a Gestão Dinâmica de Velocidades ainda tem algum efeito positivo no fluxo de tráfego, mas apenas em alguns indicadores. Daí que a sua utilização, em situações de procura média possa já não ser vantajosa.

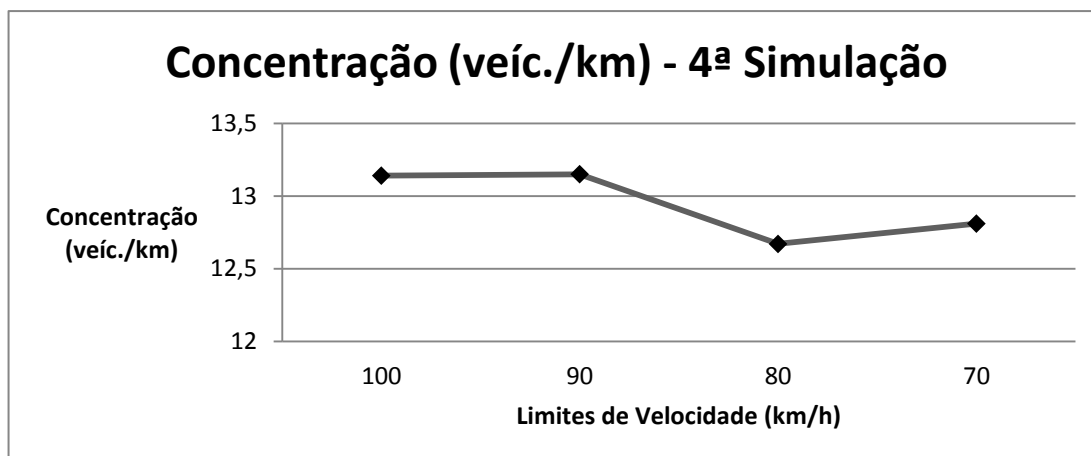


Figura 4.16 - Resultados da concentração, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base

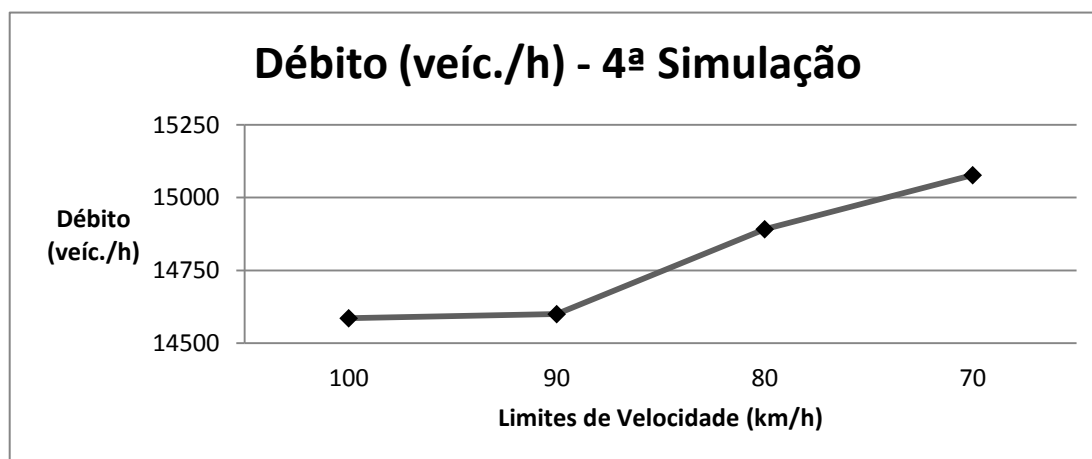


Figura 4.17 - Resultados do débito, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base

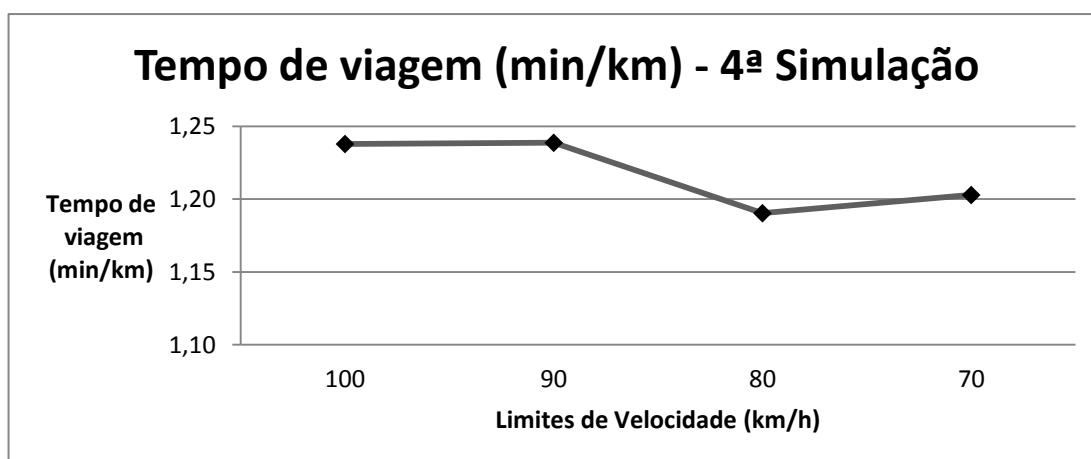


Figura 4.18 - Resultados do tempo de viagem, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base

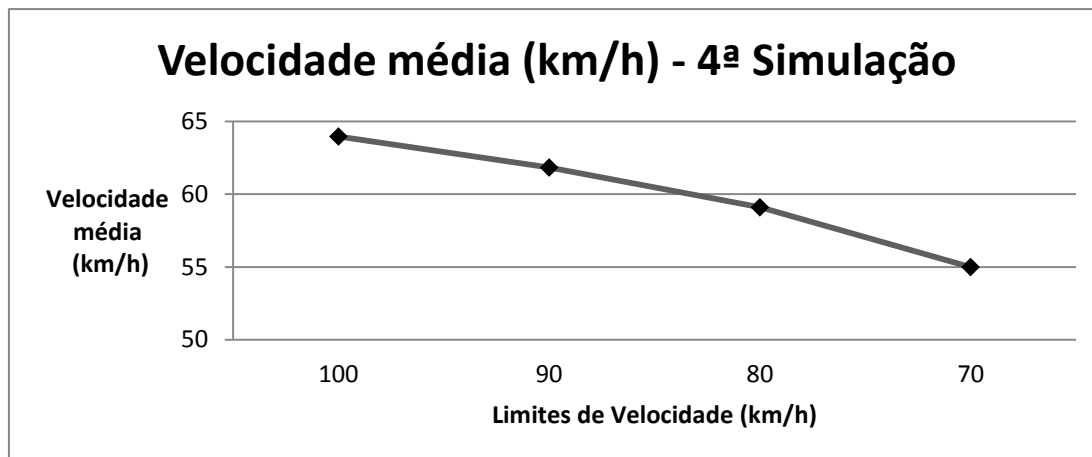


Figura 4.19 - Resultados da velocidade média, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base

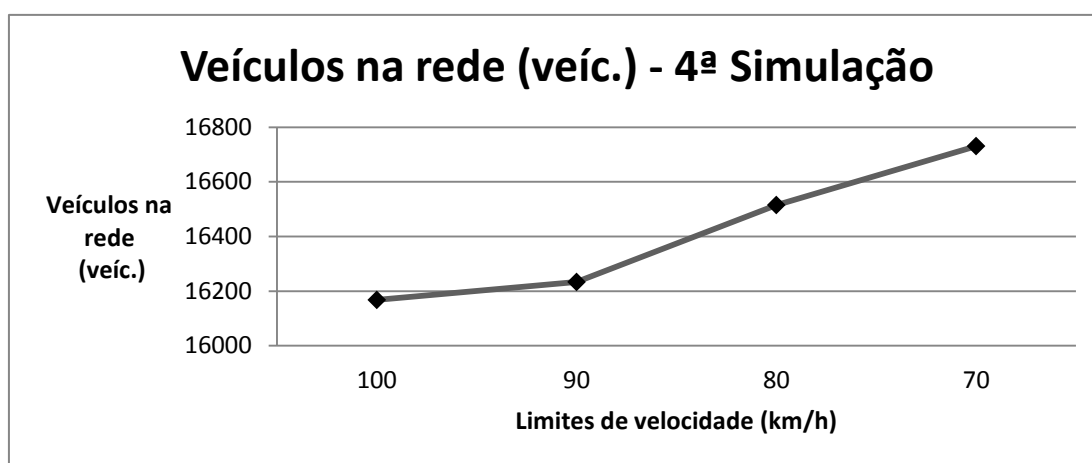


Figura 4.20 - Resultados de veículos na rede, para a 4ª Simulação: 50% da Matriz OD base

4.2.1.5. 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base

Tendo em vista o objetivo de aplicar o limite de 100 km/h, por forma a melhorar o fluxo de tráfego perante uma procura baixa, os resultados alcançados permitem concluir que tal não seria benéfico.

O limite de 90 km/h é o mais indicado para uma redução de 75% na procura, visto que é o valor que apresenta melhores resultados em todos os indicadores.

Conclui-se que nesta situação a Gestão Dinâmica de Velocidades já não tem efeitos positivos no fluxo de tráfego, pois os resultados apresentam diferenças entre máximos e mínimos, de cada indicador, pouco significativas.

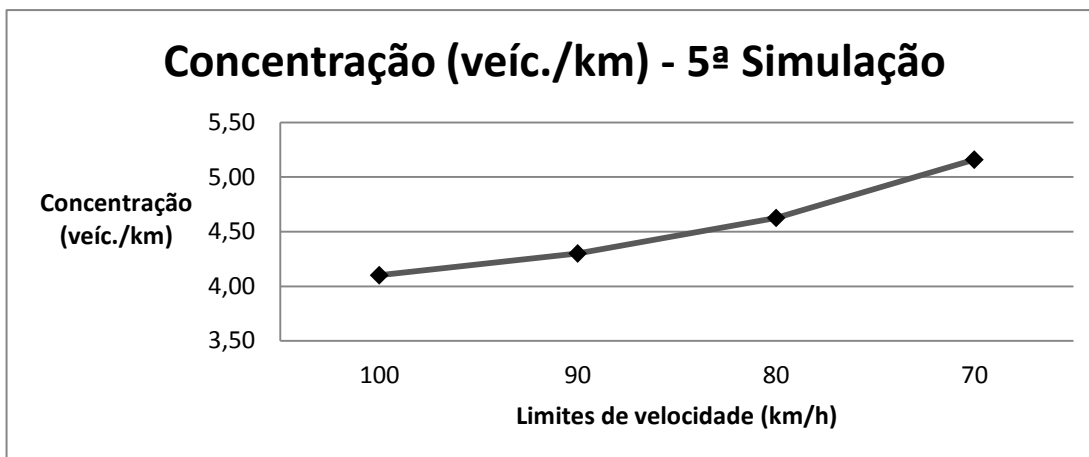


Figura 4.21 - Resultados da concentração, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base

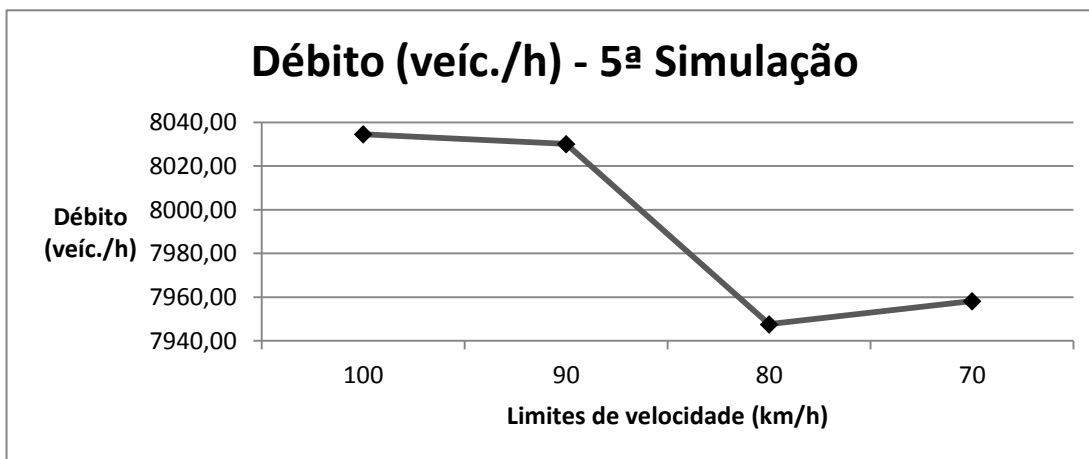


Figura 4.22 - Resultados do débito, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base

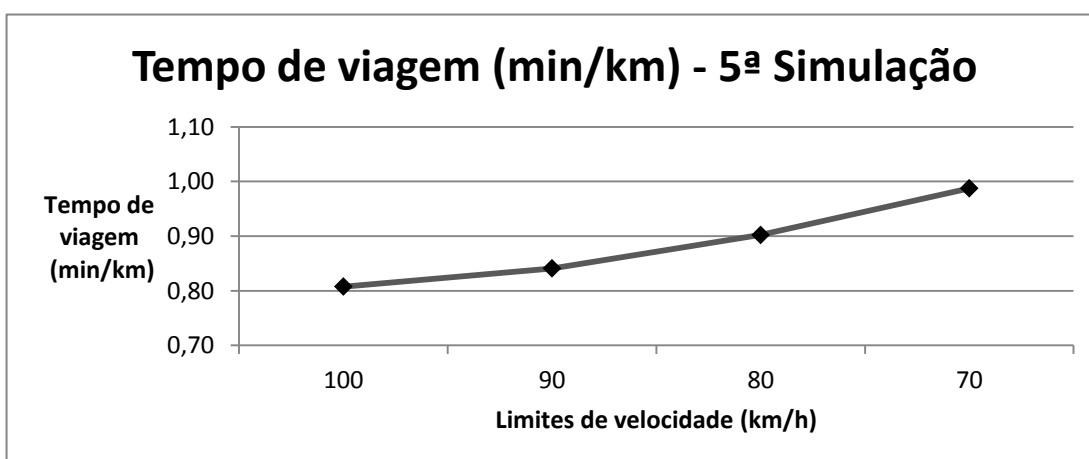


Figura 4.23 - Resultados do tempo de viagem, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base

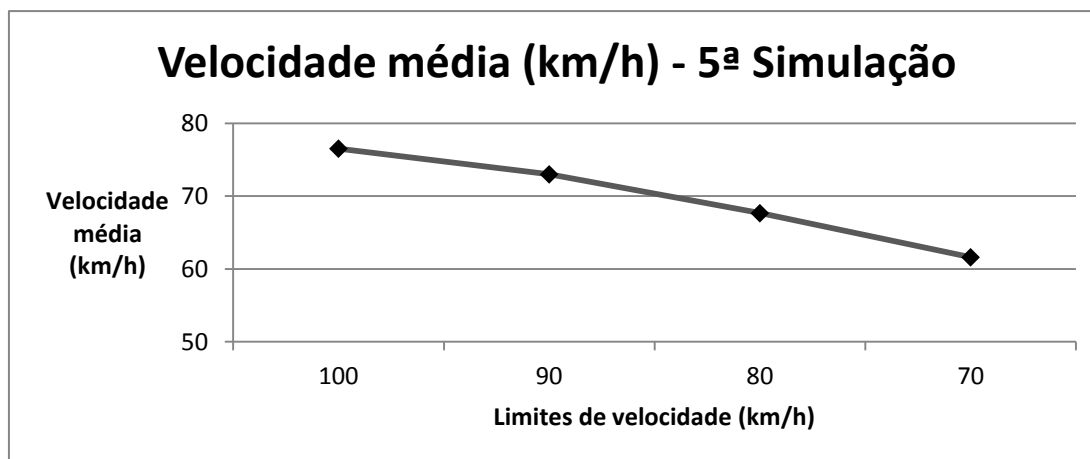


Figura 4.24 - Resultados da velocidade média, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base

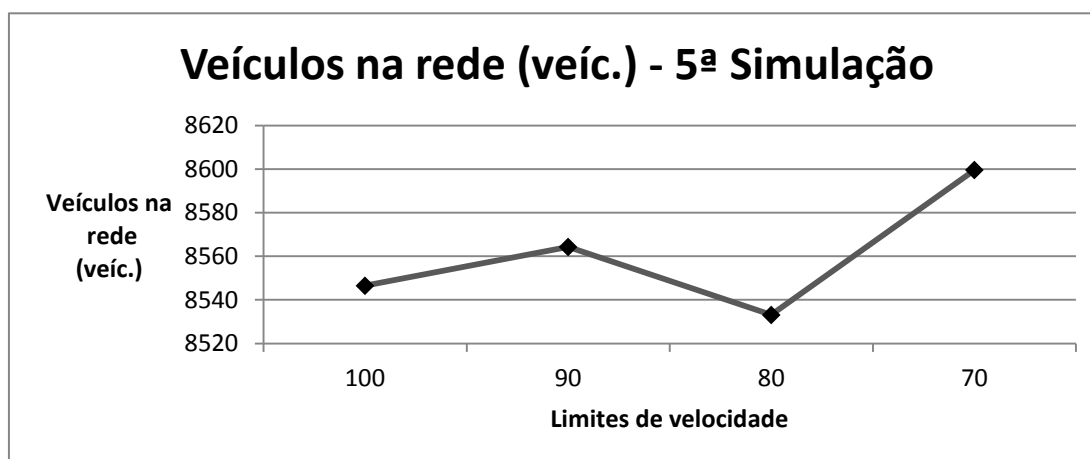


Figura 4.25 - Resultados dos veículos na rede, para a 5ª Simulação: 25% da Matriz OD base

4.2.2. ARCOS NO SENTIDO PONTE DO FREIXO – PONTE DA ARRÁBIDA

4.2.2.1. 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base

Por observação da Figura 4.26, constata-se que somente no arco Amial – Via Norte é que a redução dos limites de velocidade não se traduz numa melhoria do valor da concentração. Em todas os outros arcos, a concentração aumenta com a redução dos limites de velocidade, tendência já verificada na análise a toda a rede.

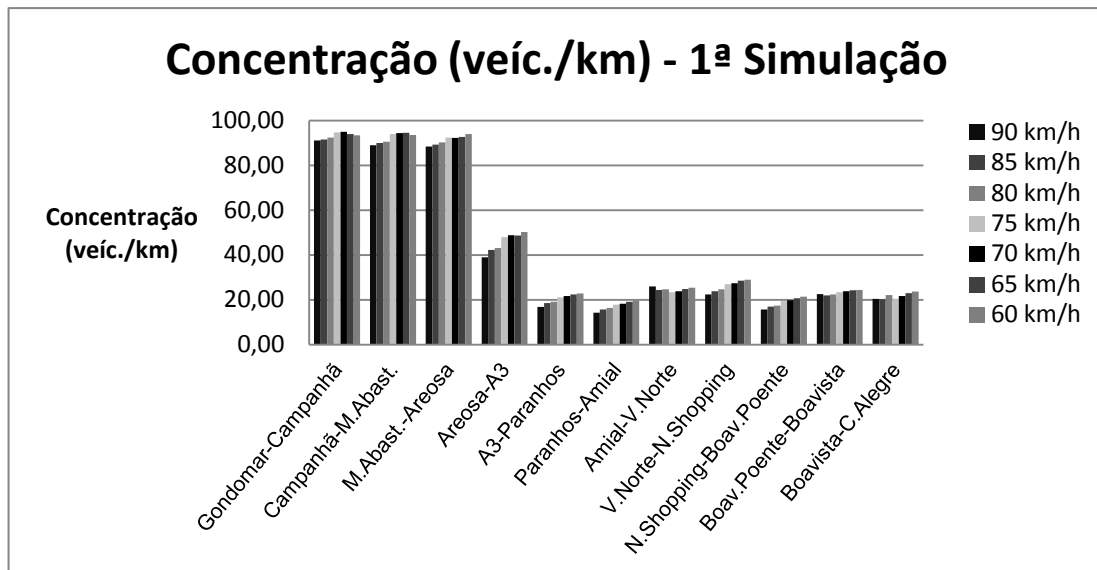


Figura 4.26 - Resultados da concentração, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

Observando a Figura 4.27, é possível verificar que a evolução dos valores do débito nos arcos Paranhos – Amial e Amial – Via Norte é diferente da evolução nos restantes arcos. Nestes dois arcos, os valores do débito diminuem com a redução dos limites de velocidade, sendo que nos restantes arcos, o débito tem valores muito semelhantes perante os diferentes limites de velocidade.

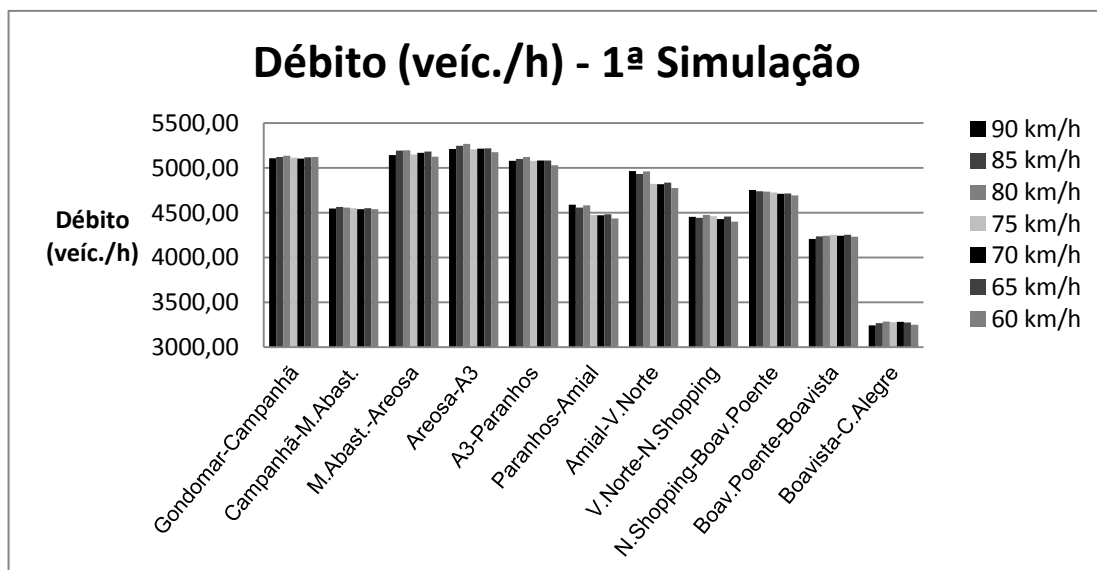


Figura 4.27 - Resultados do débito, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

É possível apurar na Figura 4.28 que nos arcos no sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida, perante a redução dos limites de velocidade, o tempo de viagem não é muito afetado visto que as diferenças de valores são pouco significativas. Esta é aliás uma situação que também foi verificada aquando da análise a toda a rede, onde a diferença máxima (entre o limite de 90 km/h e o 60 km/h) foi de 0,2 minutos (12 segundos).

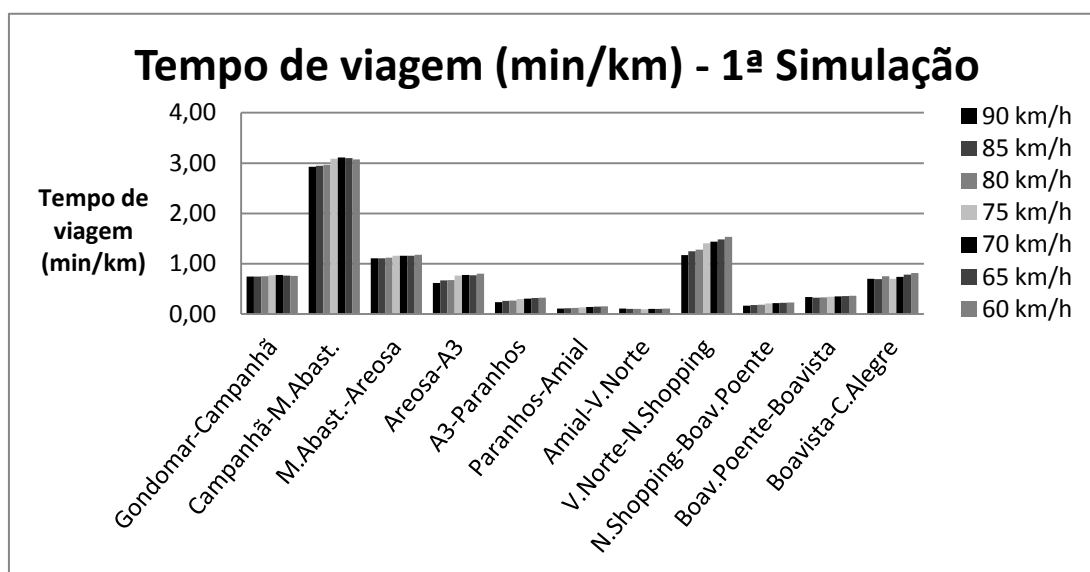


Figura 4.28 - Resultados do tempo de viagem, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida

Os valores da velocidade média (Figura 4.29) apresentam a mesma tendência, em cada arco, que foi verificada em toda a rede, ou seja, a velocidade média diminui com a redução dos limites de velocidade.

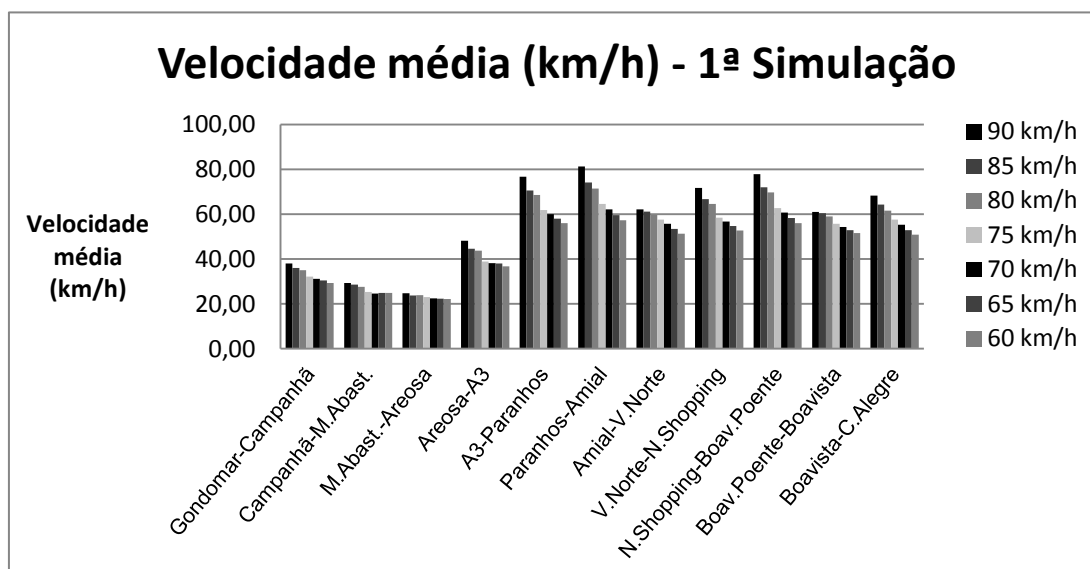


Figura 4.29 - Resultados da velocidade média, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

Concluindo, a tendência seguida em toda a rede, é também seguida em cada arco no sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida. Apenas os valores do débito (Figura 4.27) não apresentam uma clara melhoria com a redução dos limites de velocidade, se bem que na maioria dos arcos, é o limite de 80 km/h que apresenta valores mais elevados de débito.

Assim, é possível constatar que a Gestão Dinâmica de Velocidades tem efeitos positivos nos arcos no sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida.

4.2.2.2. 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base

Observando as Figuras 4.30, 4.31, 4.32 e 4.33, constata-se que a evolução dos quatro indicadores analisados é idêntica à evolução registada na análise a toda a rede. Por outras palavras, na maioria dos arcos, com a redução dos limites de velocidade os valores da concentração (Figura 4.30) aumentam, os tempos de viagem (Figura 4.32) aumentam ligeiramente e a velocidade média (Figura 4.33) decresce. De referir ainda que a concentração (Figura 4.30) diminui no arco Amial – Via Norte. Os valores do débito (Figura 3.31) são superiores para o limite de 80 km/h, na maioria dos arcos. Contudo, as diferenças de valores do débito, perante os diversos limites de velocidades, são pouco significativas.

Assim sendo, a Gestão Dinâmica de Velocidades, não tendo efeitos tão evidentes como os da primeira simulação, tem efeitos igualmente positivos, sobretudo perante um limite de velocidade de 80 km/h.

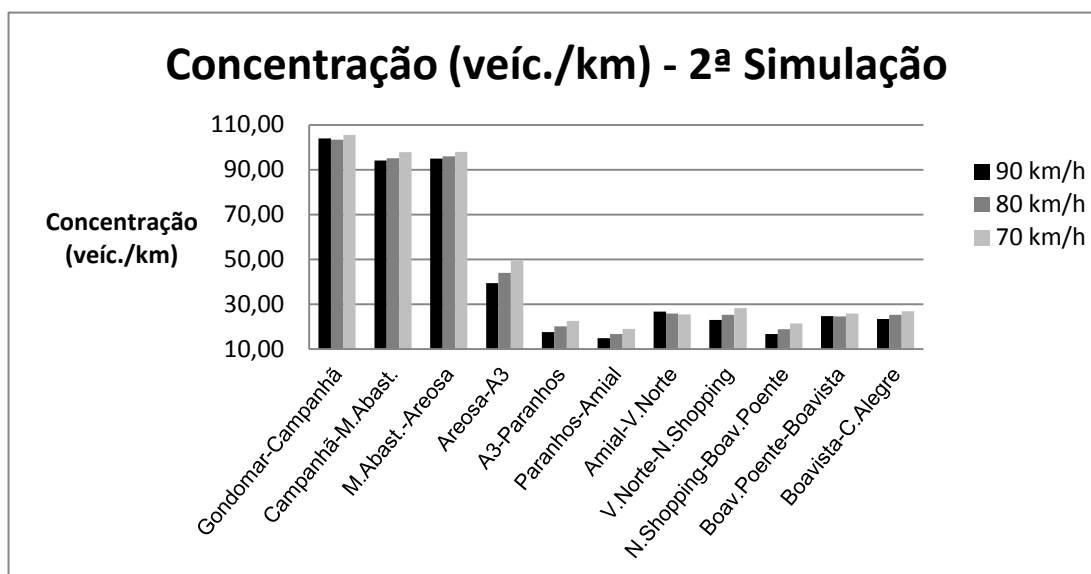


Figura 4.30 - Resultados da concentração, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

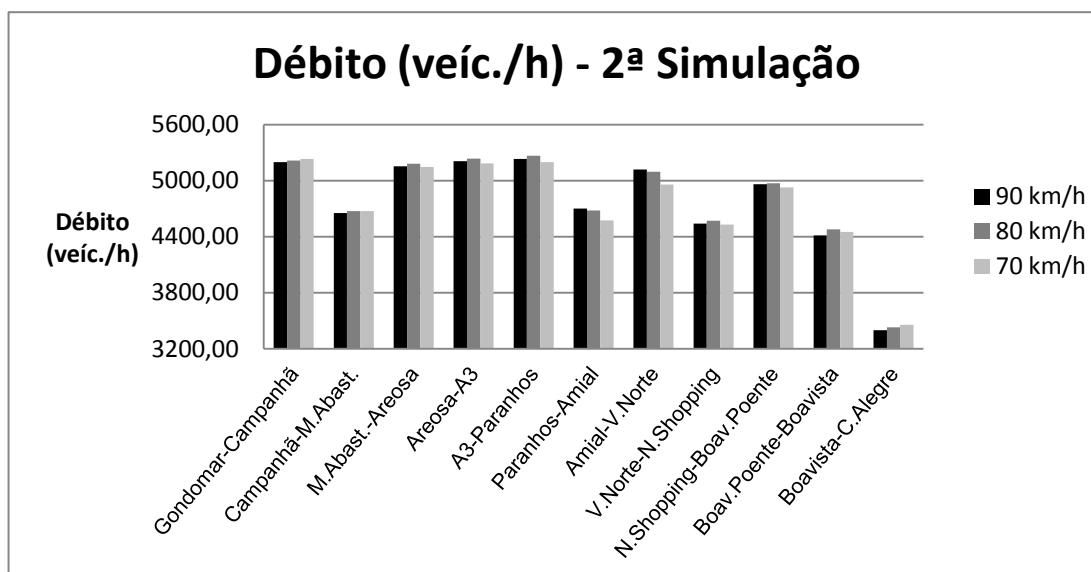


Figura 4.31 - Resultados do débito, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

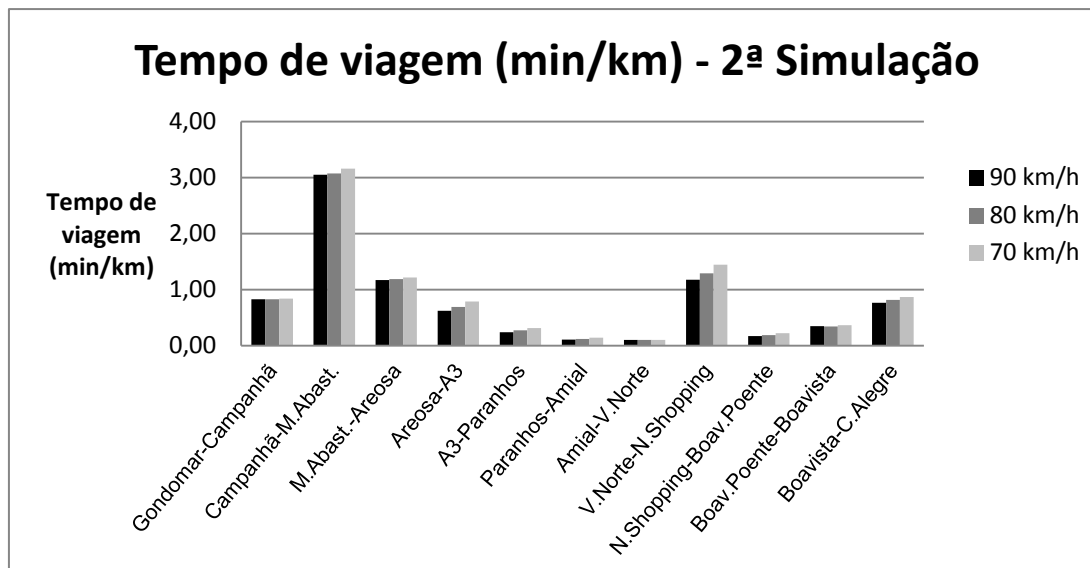


Figura 4.32 - Resultados do tempo de viagem, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

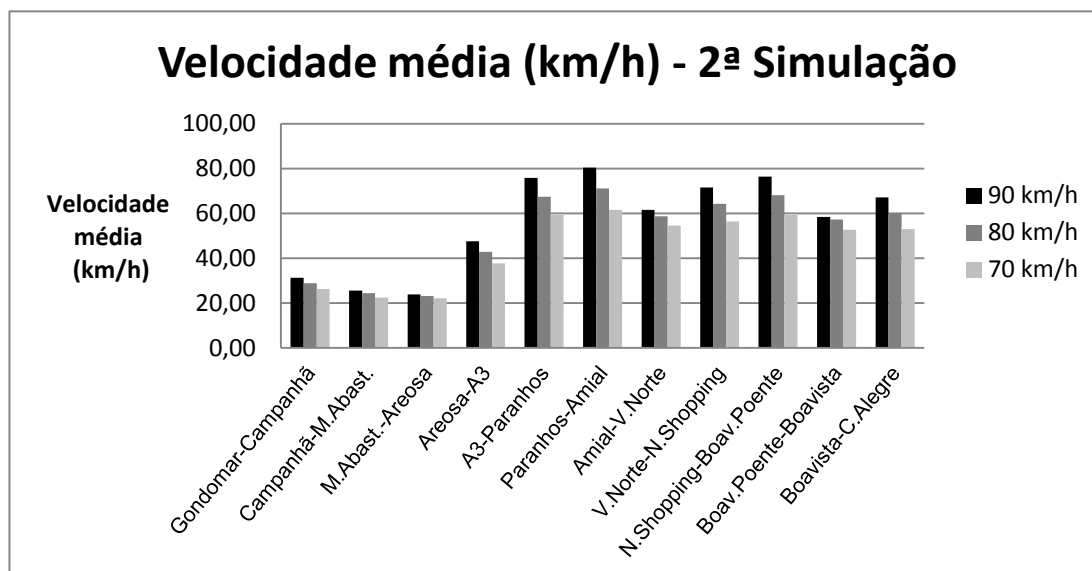


Figura 4.33 - Resultados da velocidade média, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

4.2.2.3. 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base

Os resultados da velocidade média (Figura 4.37) seguem a tendência verificada em toda a rede, ou seja, a velocidade média diminui com a redução dos limites de velocidade.

A concentração (Figura 4.34) e os tempos de viagem (Figura 4.36) também evoluem, nos arcos, da mesma forma que evoluem em toda a rede, com exceção no arco Gondomar – Campanhã que apresenta uma evolução inversa, isto é, neste arco, a redução dos limites de velocidade leva a um decréscimo tanto na concentração como no tempo de viagem.

Quanto aos valores do débito (Figura 4.35), com a redução dos limites de velocidade registam-se ligeiros aumentos em alguns arcos, enquanto noutros há uma ligeira queda, contudo as diferenças são mínimas, podendo considerar-se que os valores mantêm-se constantes.

Esta análise detalhada regista evoluções muito semelhantes às da análise detalhada da primeira simulação. Esta semelhança também é constatada nos resultados de toda a rede, onde as evoluções da primeira e terceira simulação são idênticas. Assim, é possível concluir que perante a redução de 20% na procura, a Gestão Dinâmica de Velocidades tem efeitos positivos no fluxo de tráfego.

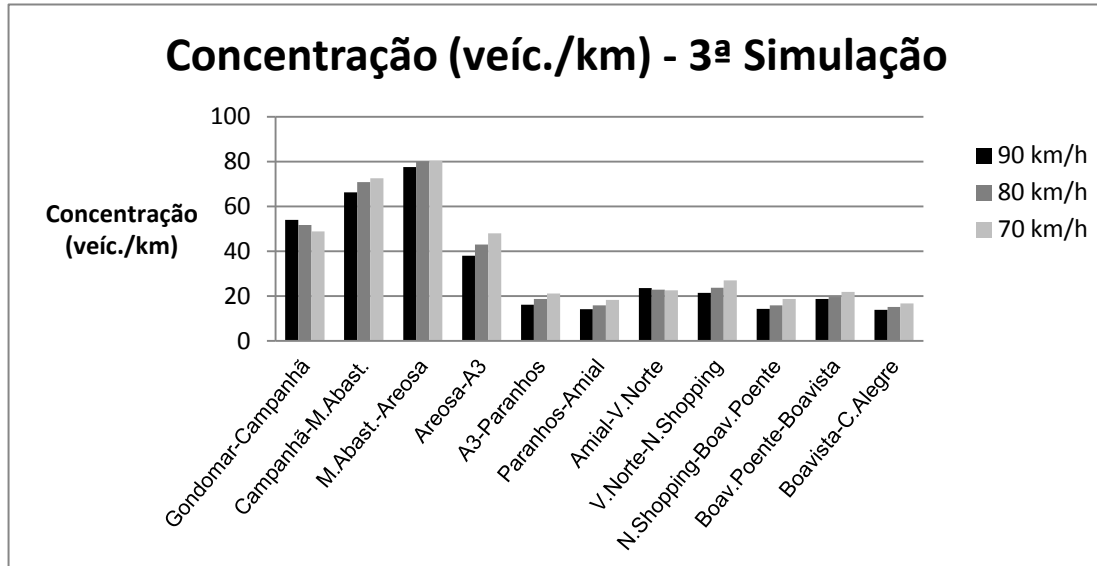


Figura 4.34 - Resultados da concentração, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

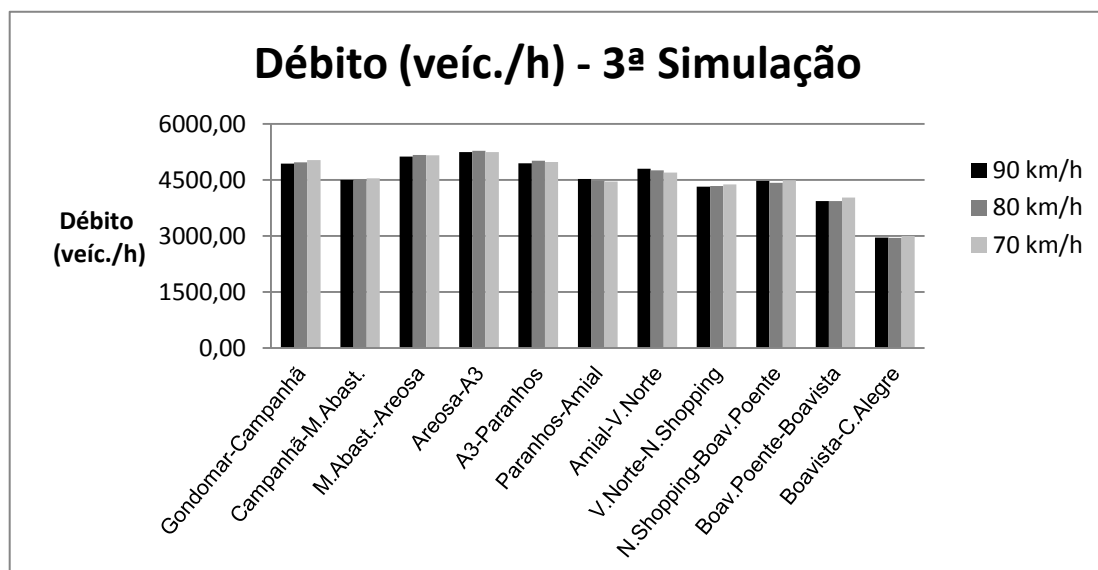


Figura 4.35 - Resultados do débito, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

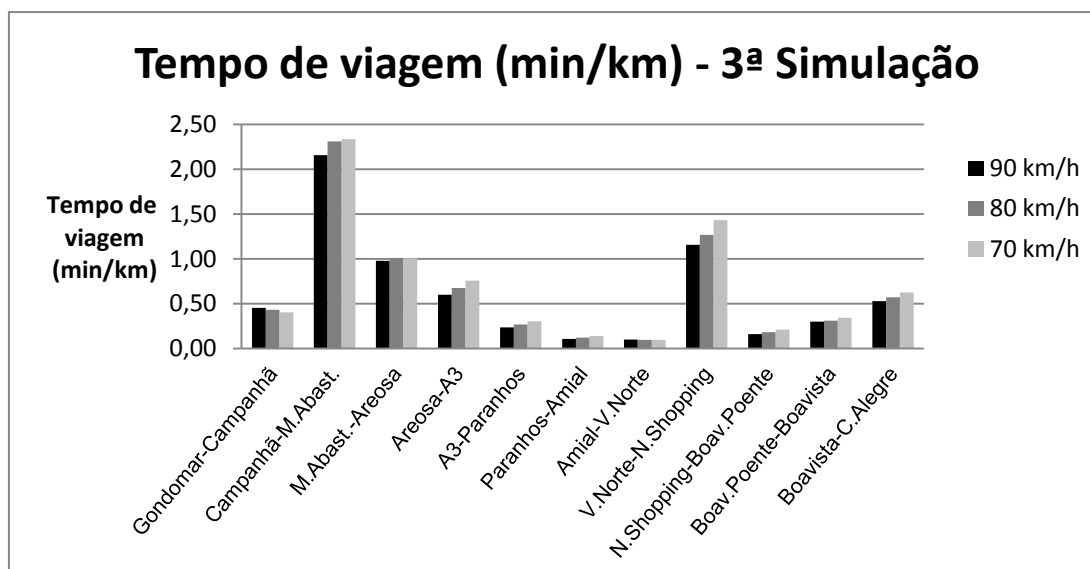


Figura 4.36 - Resultados do tempo de viagem, para a 3ª Simulação no Sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

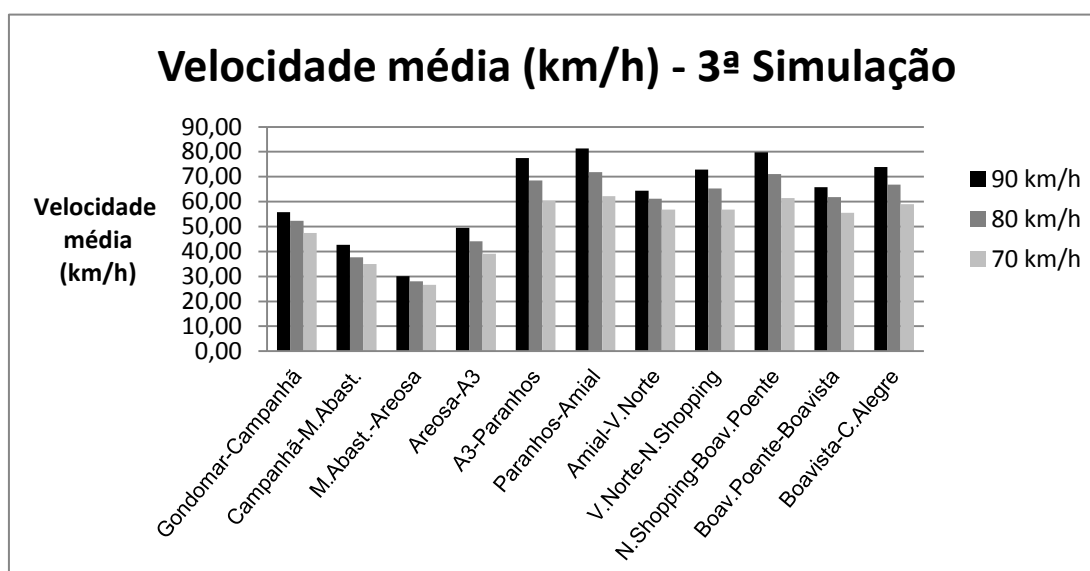


Figura 4.37 - Resultados da velocidade média, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

4.2.2.4. 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base

Os valores da concentração (Figura 4.38) aumentam com a redução dos limites de velocidade, com exceção no arco Gondomar – Campanhã e Amial – Via Norte. Este aumento não foi observado na análise a toda a rede, facto esse que poderá estar relacionado com a exclusão das entradas e saídas da VCI nesta análise.

Assim, esta análise detalhada permite observar que, mesmo perante uma redução de 50% na procura, a concentração (Figura 4.38) aumenta no sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida com a redução dos limites de velocidade.

O mesmo ocorre com o tempo de viagem (Figura 4.40), que apresenta uma evolução contrária à registada em toda a rede. Quanto ao débito (Figura 4.39) e à velocidade média (Figura 4.41), os resultados mostram uma tendência similar à verificada em toda a rede.

Estes resultados apontam para uma melhoria no fluxo de tráfego, ou seja, a Gestão Dinâmica de Velocidades é uma medida que apresenta resultados positivos mesmo perante uma redução de 50% na procura. Contudo são resultados que indicam que perante uma redução superior a 50% na procura, a variação dos limites de velocidade pode deixar de ser vantajosa.

De realçar ainda que o limite de 100 km/h não é benéfico para o fluxo de tráfego, algo também observado na análise a toda a rede.

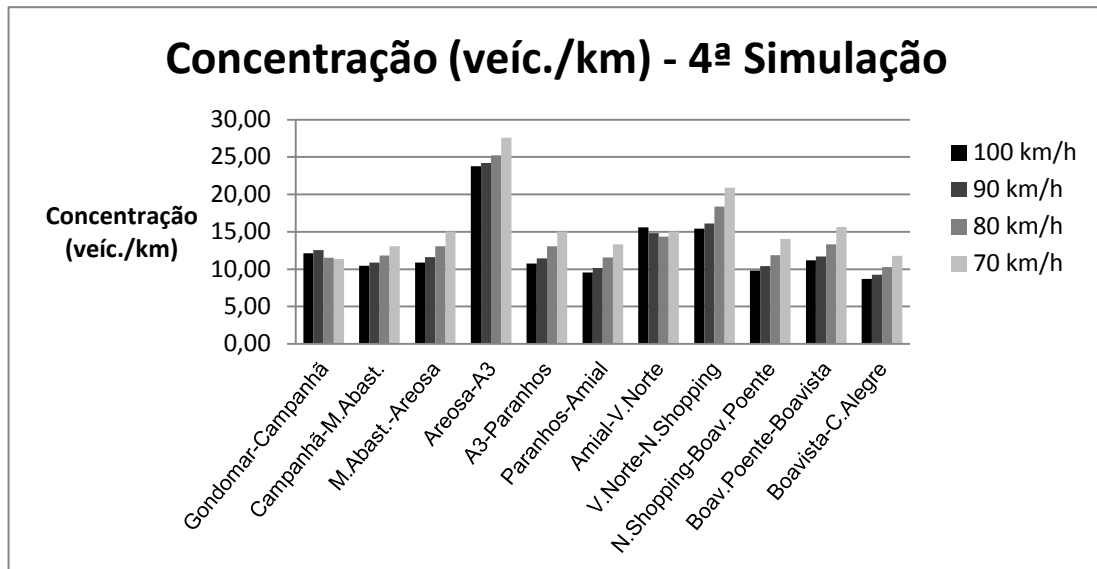


Figura 4.38 - Resultados da concentração, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

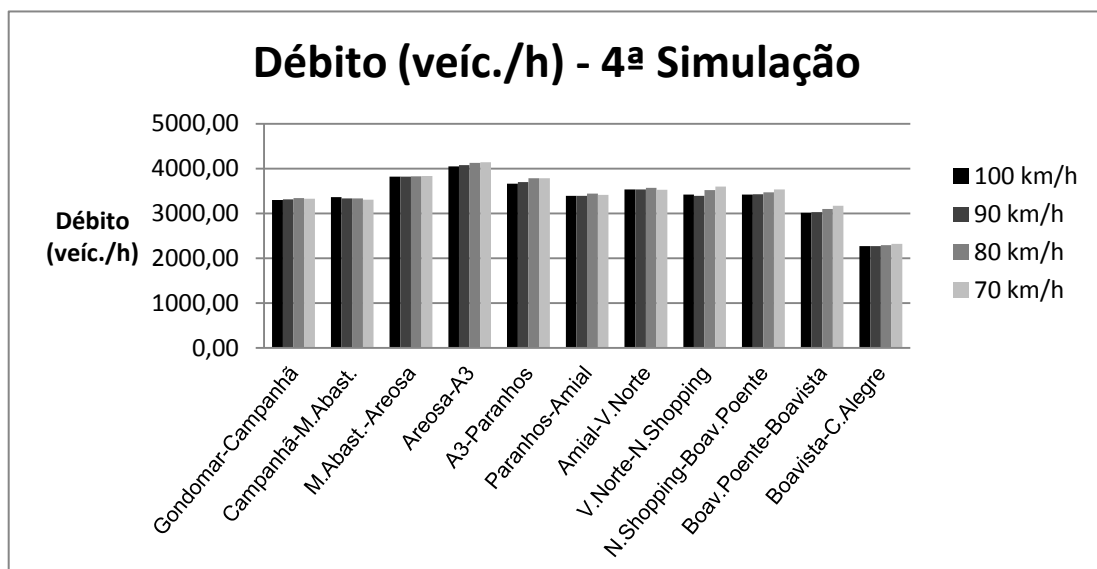


Figura 4.39 - Resultados do débito, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

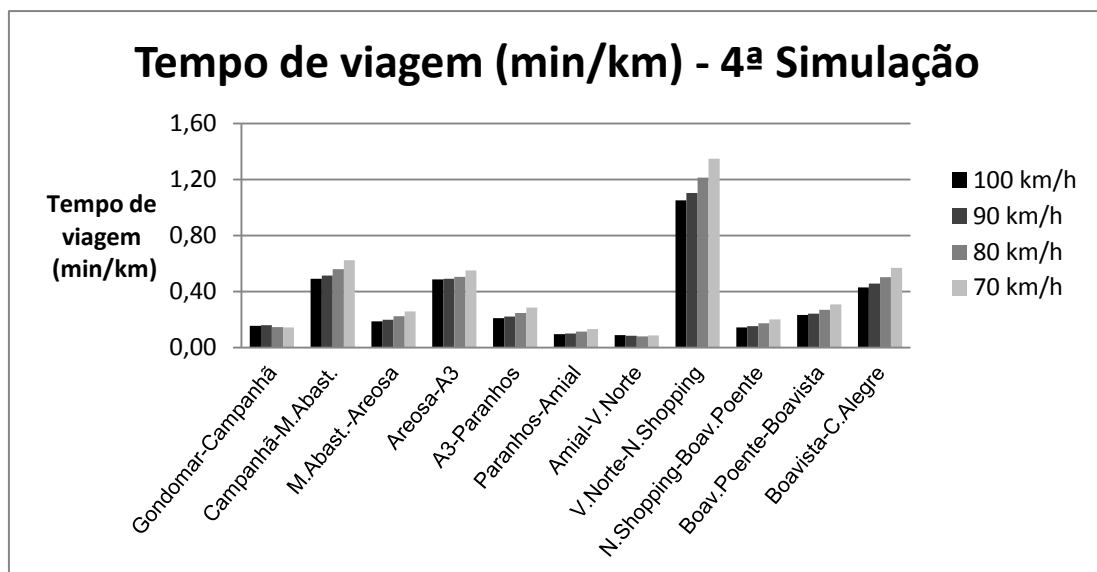


Figura 4.40 - Resultados do tempo de viagem, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

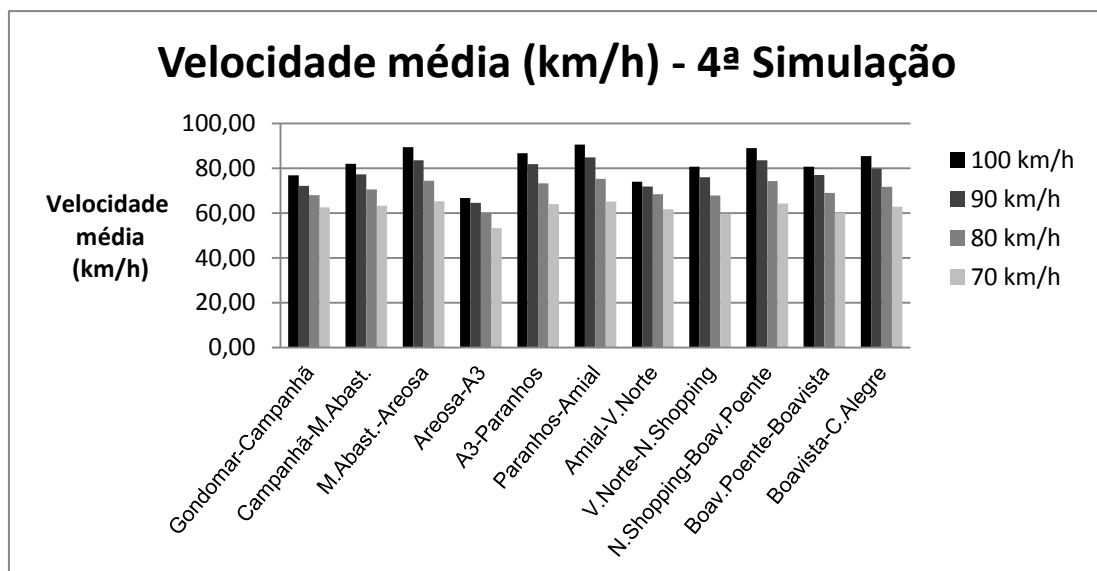


Figura 4.41 - Resultados da velocidade média, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

4.2.2.5. 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base

Tendo em conta uma redução de 75% na procura, os resultados apresentam uma evolução idêntica à constada na análise a toda a rede. Tal evolução reforça a conclusão de que o limite de 100 km/h não é benéfico para o fluxo de tráfego.

Relativamente a aplicar limites inferiores a 90 km/h, os resultados não apontam para uma clara melhoria no fluxo de tráfego e assim sendo, é possível concluir que tais limites de velocidade não serão vantajosos para um melhor fluxo de tráfego.

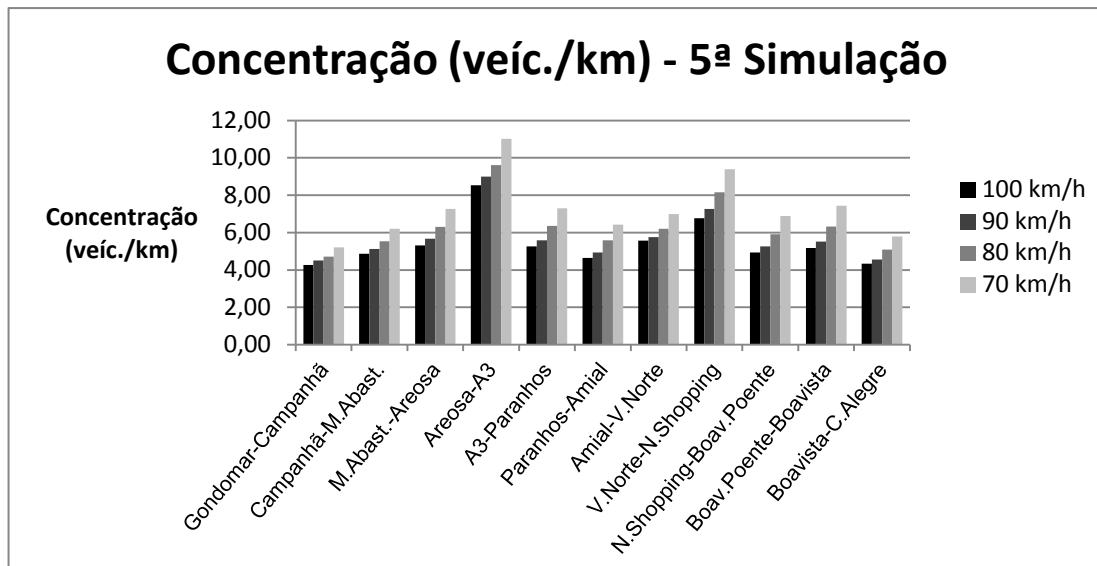


Figura 4.42 - Resultados da concentração, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

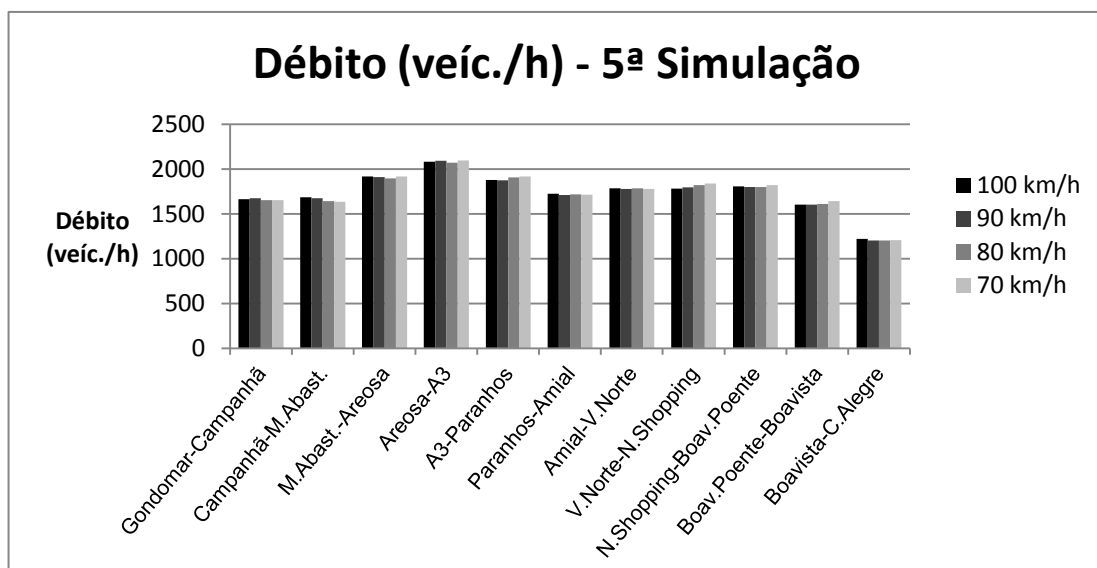


Figura 4.43 - Resultados do débito, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

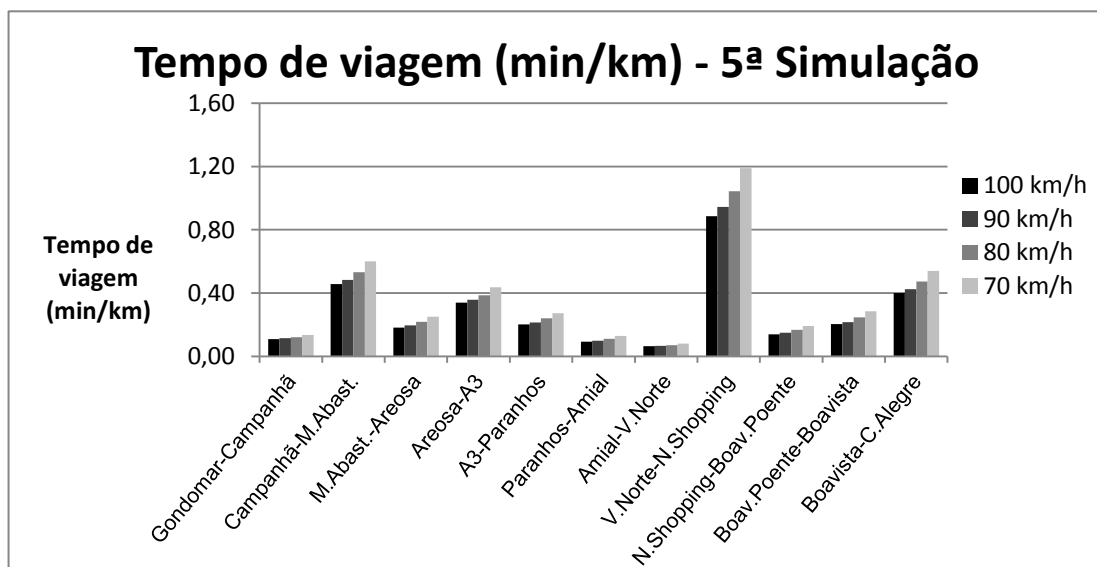


Figura 4.44 - Resultados do tempo de viagem, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

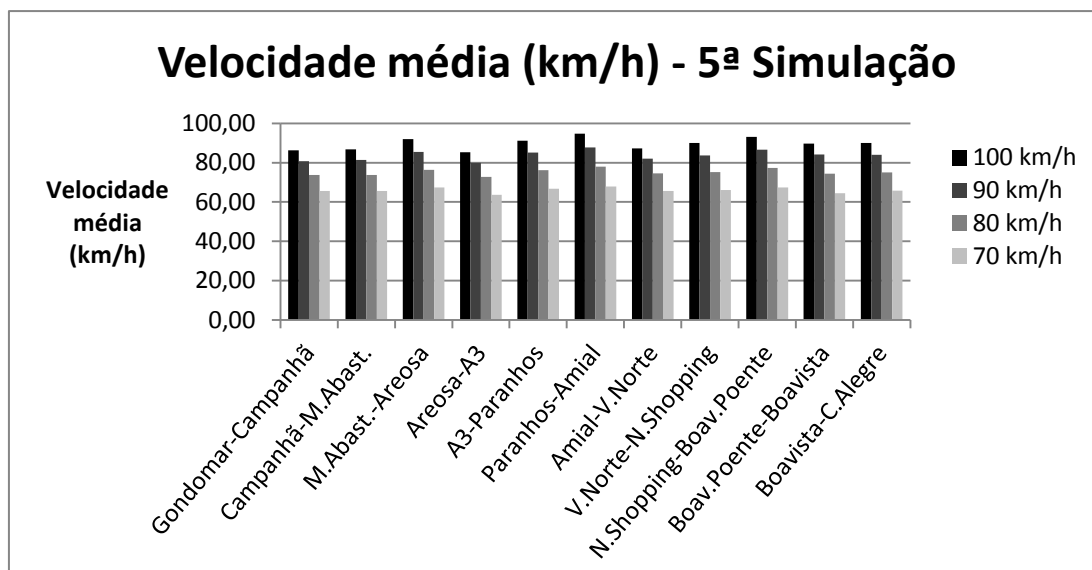


Figura 4.45 - Resultados da velocidade média, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Freixo – Pte. Arrábida

4.2.3. ARCOS NO SENTIDO PONTE DA ARRÁBIDA – PONTE DO FREIXO

4.2.3.1. 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base

Os valores da concentração (Figura 4.46) seguem a mesma tendência registada em toda a rede, isto é, aumentam com a redução dos limites de velocidade. De realçar o valor registado no arco A3 – Antas para o limite de 60 km/h, que é muito superior aos restantes valores registados nesse arco.

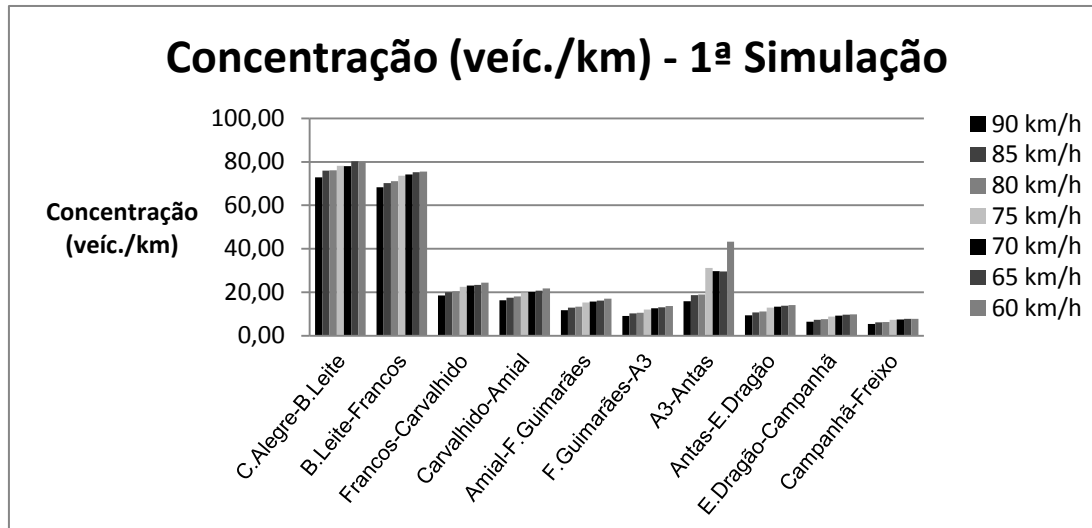


Figura 4.46 - Resultados da concentração, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

Apenas nos dois primeiros arcos, Campo Alegre – Bessa Leite e Bessa Leite – Francos, é que os valores do débito (Figura 4.47) diminuem com a redução dos limites de velocidade. Nos restantes arcos, a tendência dos valores é idêntica à verificada em toda a rede, ou seja, um aumento do débito perante a redução dos limites de velocidade.

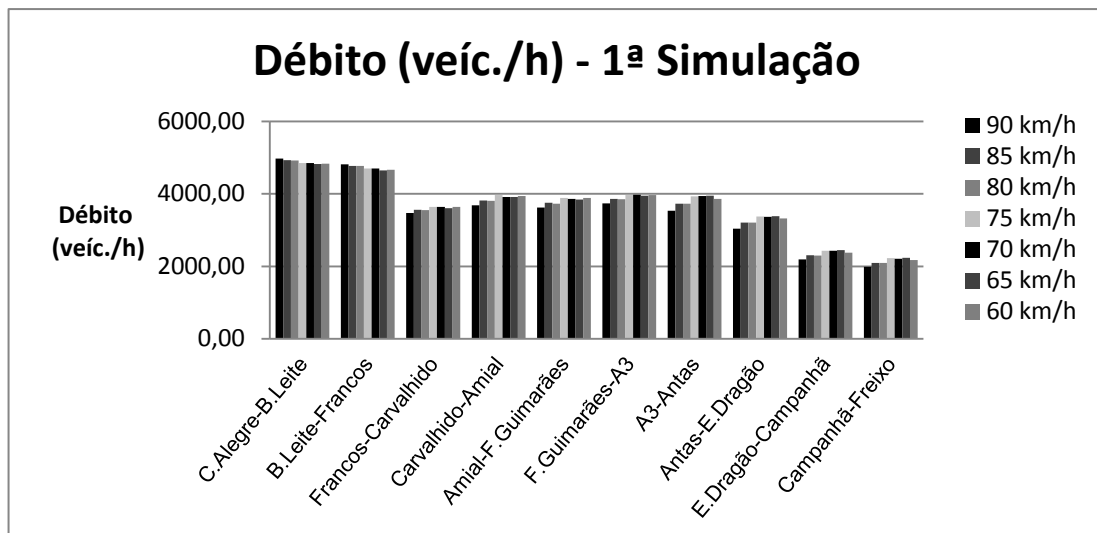


Figura 4.47 - Resultados do débito, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

Os resultados relativos ao tempo de viagem (Figura 4.48) evoluem de acordo com o observado em toda a rede, ou seja, aumentam com a redução dos limites de velocidade. Tal como na concentração, no arco A3 – Antas, para o limite de 60 km/h, o tempo de viagem é muito superior aos restantes tempos registados nesse arco.

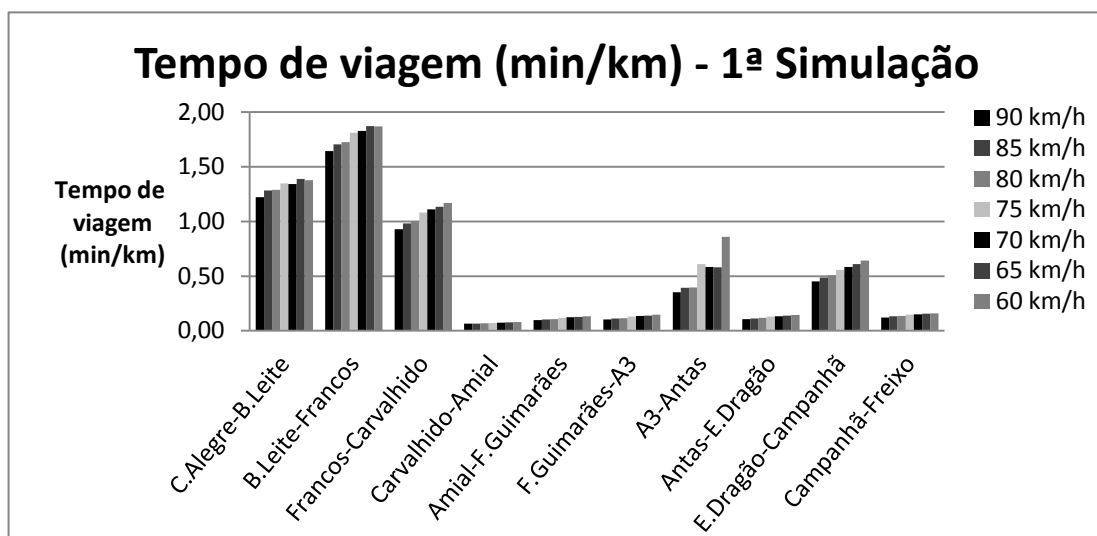


Figura 4.48 - Resultados do tempo de viagem, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

A velocidade média (Figura 4.48), como é possível observar, diminui com a redução dos limites de velocidade. Tendência também observada na análise a toda a rede.

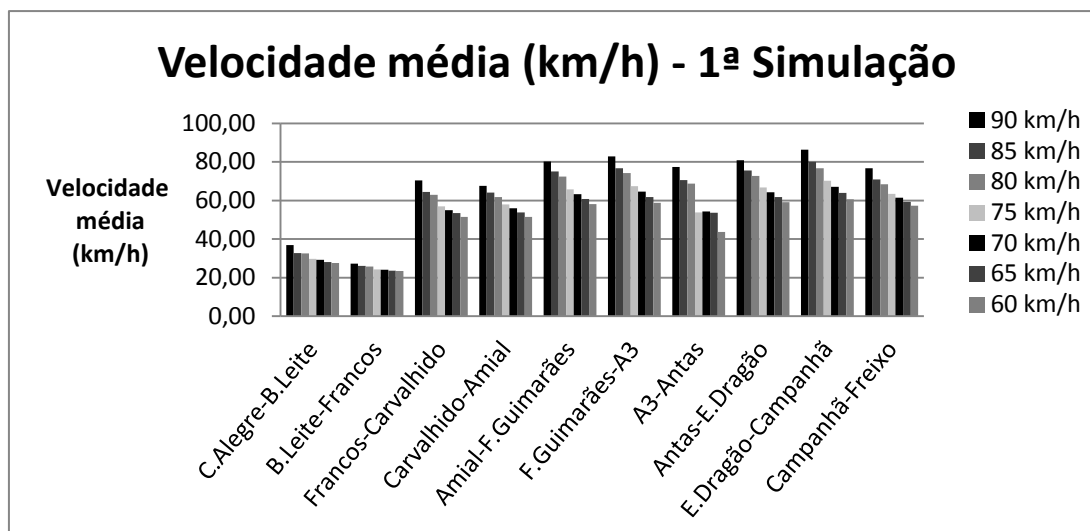


Figura 4.49 - Resultados da velocidade média, para a 1ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

A evolução registada nos arcos no sentido Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo, é semelhante à registada em toda a rede, concluindo-se então que a Gestão Dinâmica de Velocidades tem efeitos positivos nos arcos no sentido Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo.

4.2.3.2. 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base

A evolução dos valores nas Figuras 4.50, 4.51, 4.52 e 4.53, foi idêntica à verificada na análise a toda a rede. A concentração (Figura 4.50) e os tempos de viagem (Figura 4.52) aumentam, e a velocidade média (Figura 4.53) diminui com a redução dos limites de velocidade.

Relativamente ao débito (Figura 4.51), apenas nos arcos Campo Alegre – Bessa Leite e Bessa Leite – Francos é que há uma diminuição desse valor. Nos restantes arcos o débito aumenta com a diminuição dos limites de velocidade.

Esta análise reforça a conclusão de que perante um aumento de 20% na procura, a Gestão Dinâmica de Velocidades é uma medida que melhora do fluxo de tráfego.

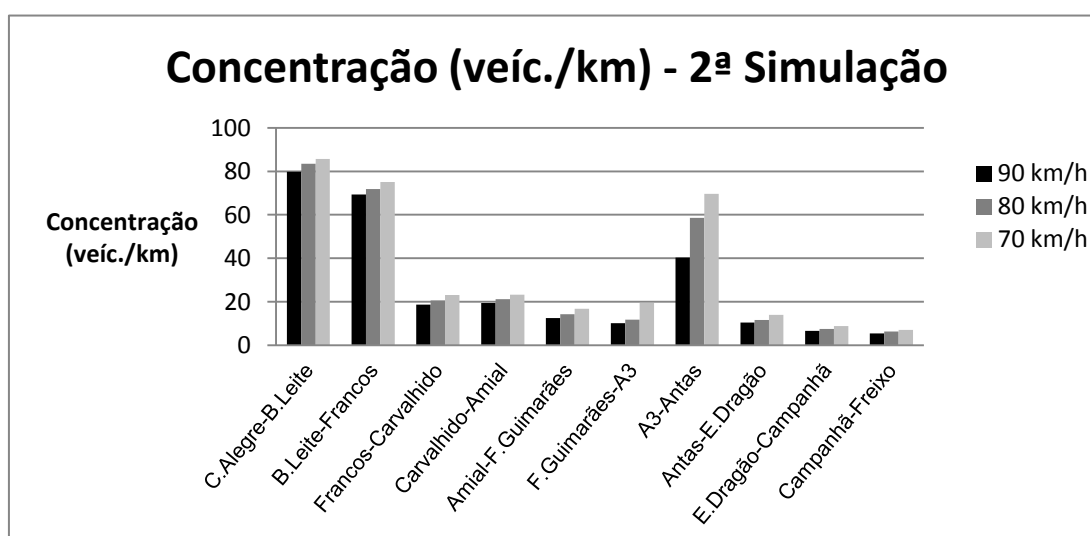


Figura 4.50 - Resultados da concentração, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

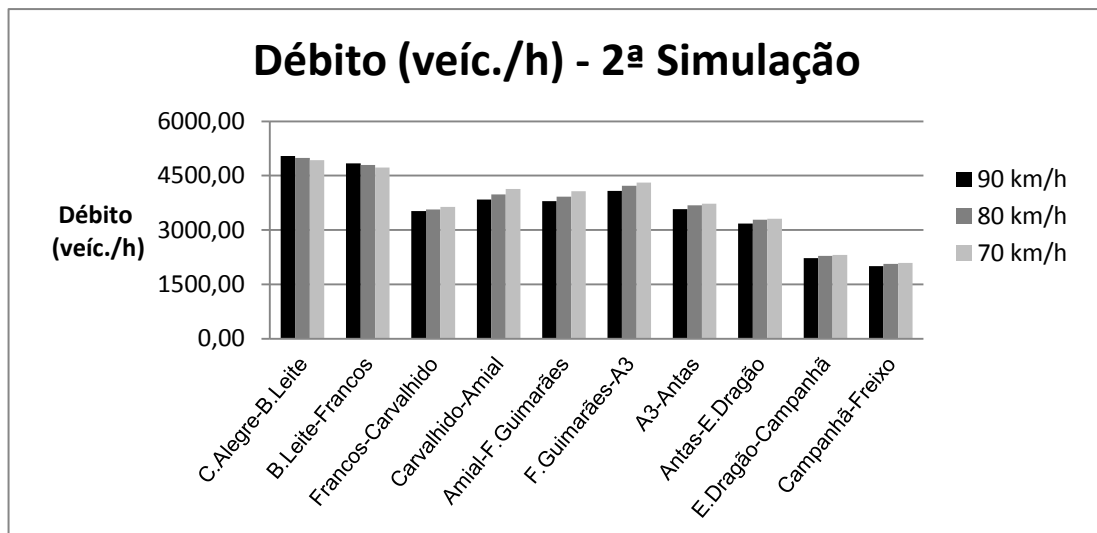


Figura 4.51 - Resultados do débito, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

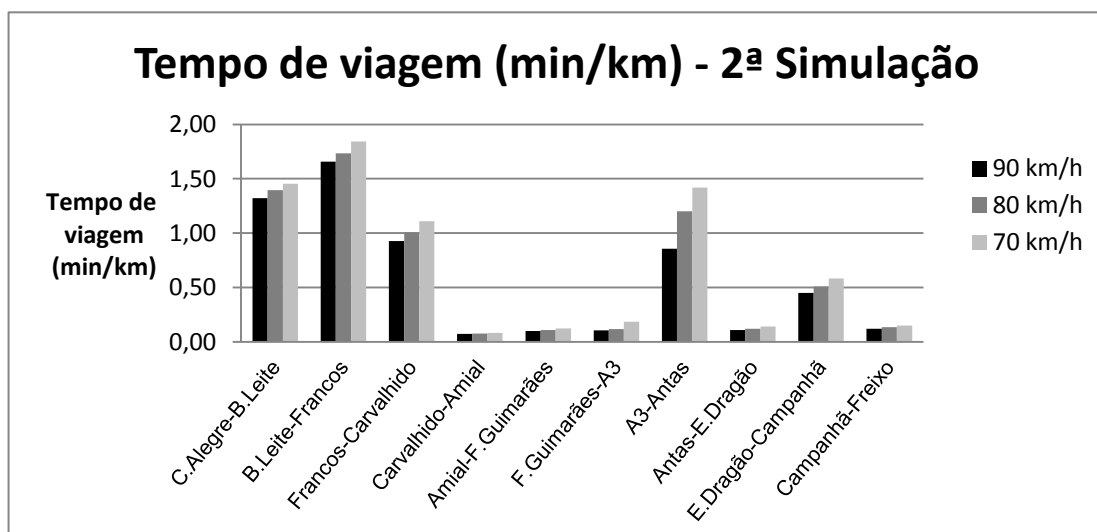


Figura 4.52 - Resultados do tempo de viagem, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

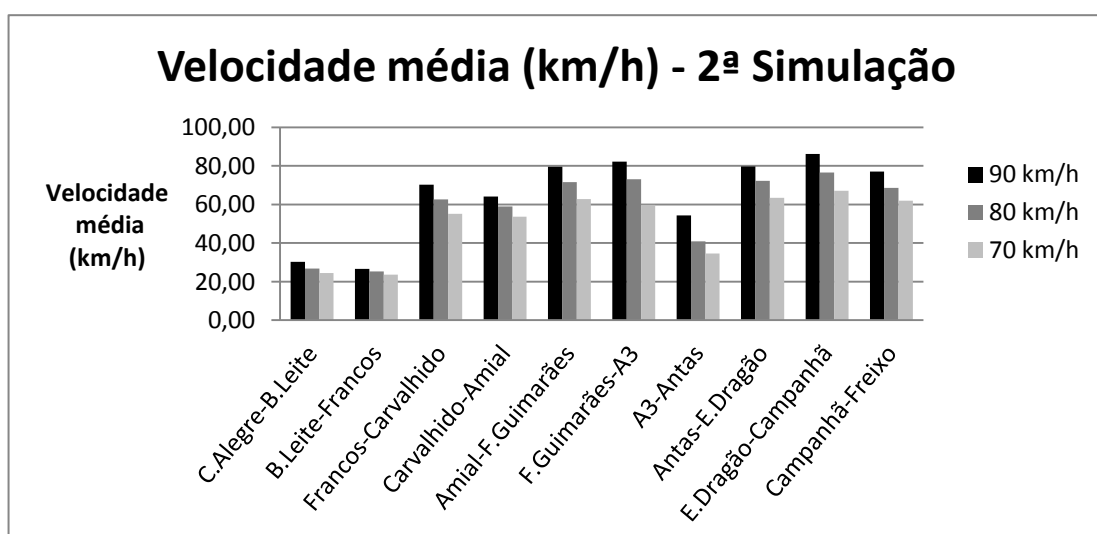


Figura 4.53 - Resultados da velocidade média, para a 2ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

4.2.3.3. 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base

A evolução observada nas Figuras 4.54, 4.55, 4.56 e 4.57, é semelhante à evolução observada em toda a rede. Isto é, com a redução dos limites de velocidade, os valores relativos à concentração (Figura 4.54), ao débito (Figura 4.55) e ao tempo de viagem (Figura 4.56) aumentam, e a velocidade média (Figura 4.57) diminui.

Assim, é possível concluir que a Gestão Dinâmica de Velocidades tem efeitos positivos no fluxo de tráfego, perante uma procura reduzida em 20%.

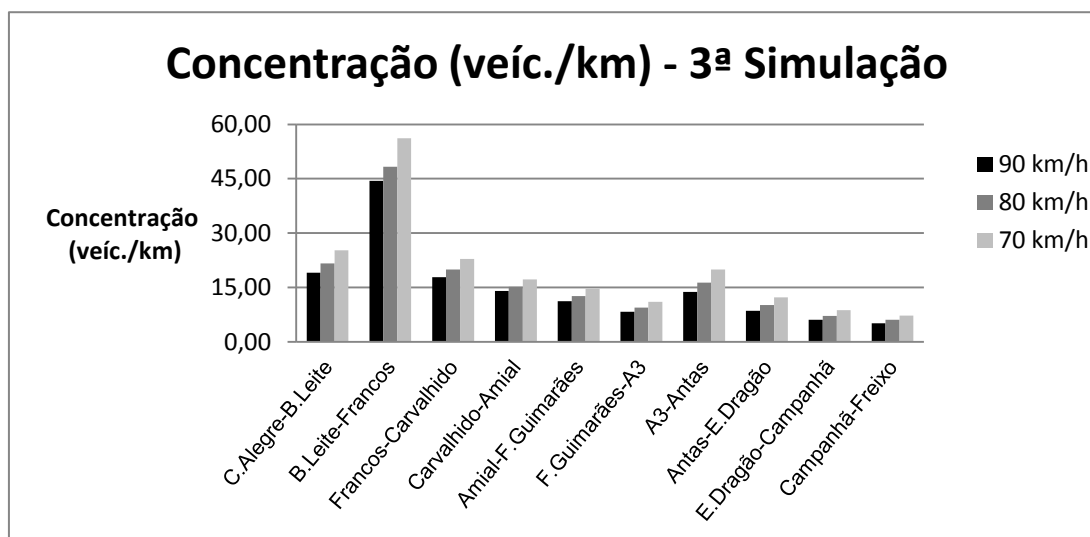


Figura 4.54 - Resultados da concentração, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

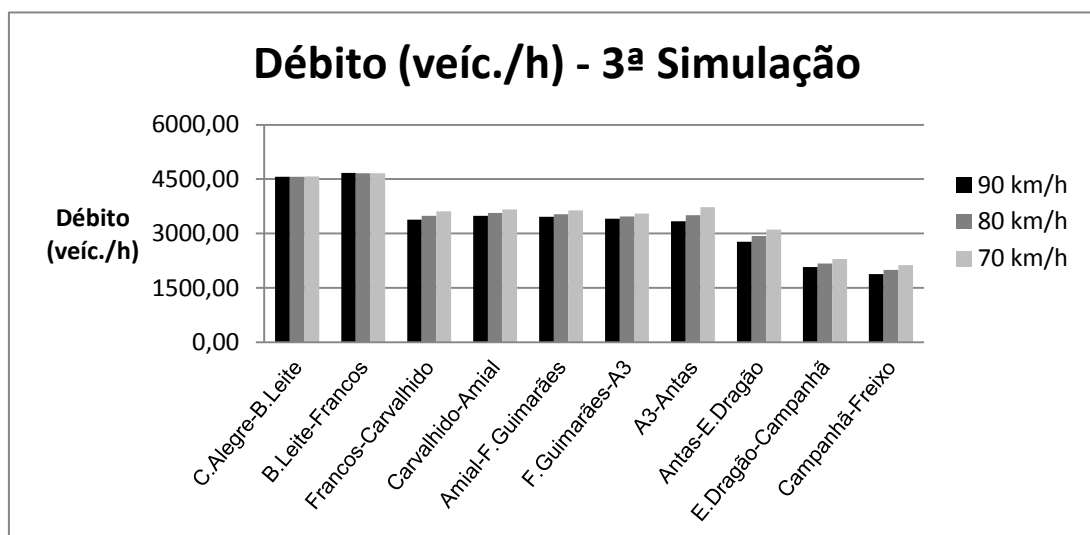


Figura 4.55 - Resultados do débito, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

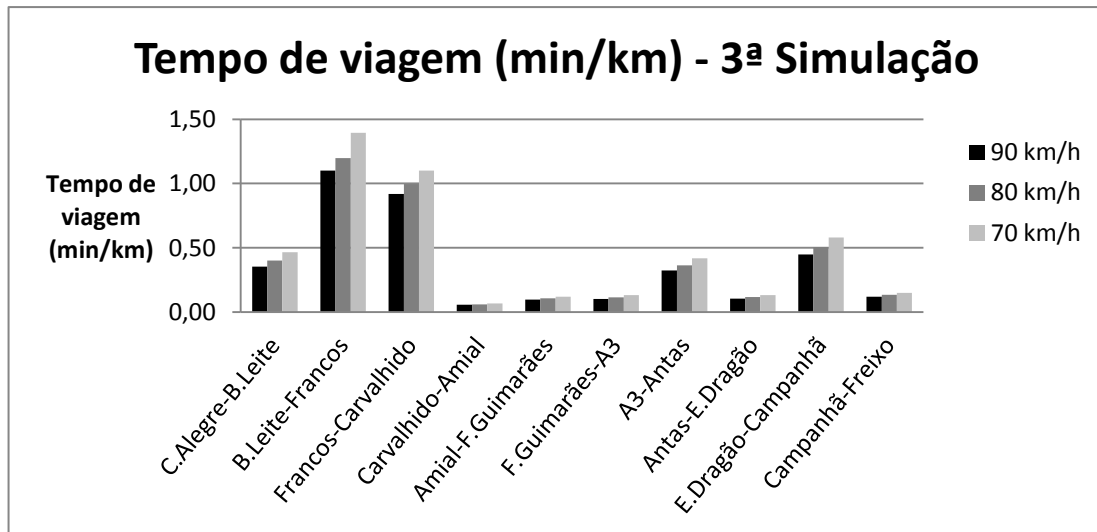


Figura 4.56 - Resultados do tempo de viagem, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

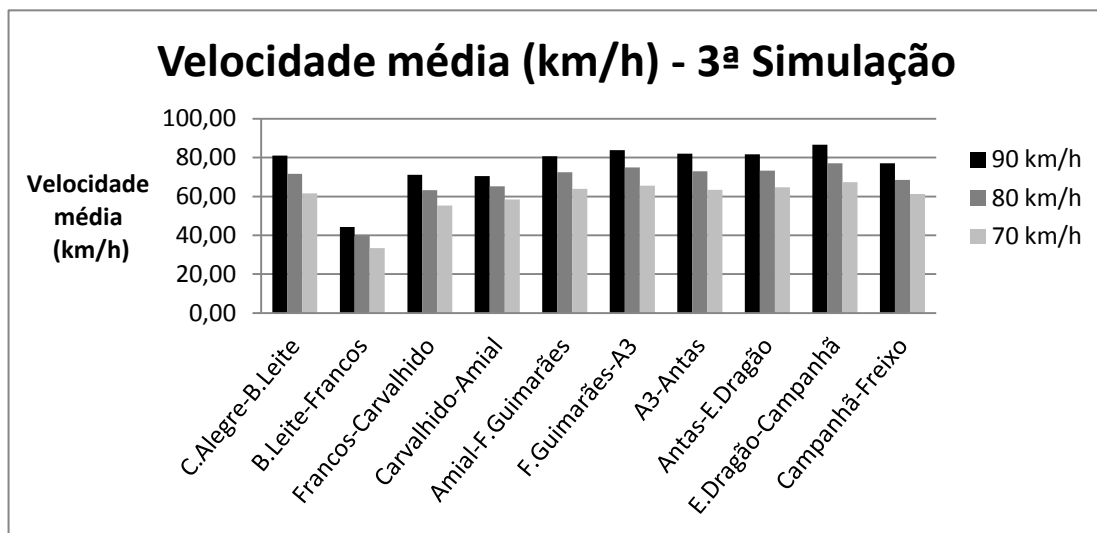


Figura 4.57 - Resultados da velocidade média, para a 3ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

4.2.3.4. 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base

Os valores da concentração (Figura 4.58), débito (Figura 4.59) e tempo de viagem (Figura 4.60) aumentam com a diminuição dos limites de velocidade, sendo que a velocidade média (Figura 4.61) decresce. Todavia, a tendência dos valores da concentração (Figura 4.58) e tempo de viagem (Figura 4.60) é diferente da registada na análise a toda a rede, visto que nesta estes valores diminuem.

O efeito positivo no fluxo de tráfego devido diminuição dos limites de velocidade é mais evidente quando a análise é pormenorizada, o que significa que a Gestão Dinâmica de Velocidades pode ter efeitos positivos para o fluxo de tráfego mesmo diante de uma redução de 50% na procura.

Por observação dos gráficos, é também possível constatar que o limite de 100 km/h não melhora o fluxo de tráfego, reforçando assim uma conclusão já tida na análise a toda a rede.

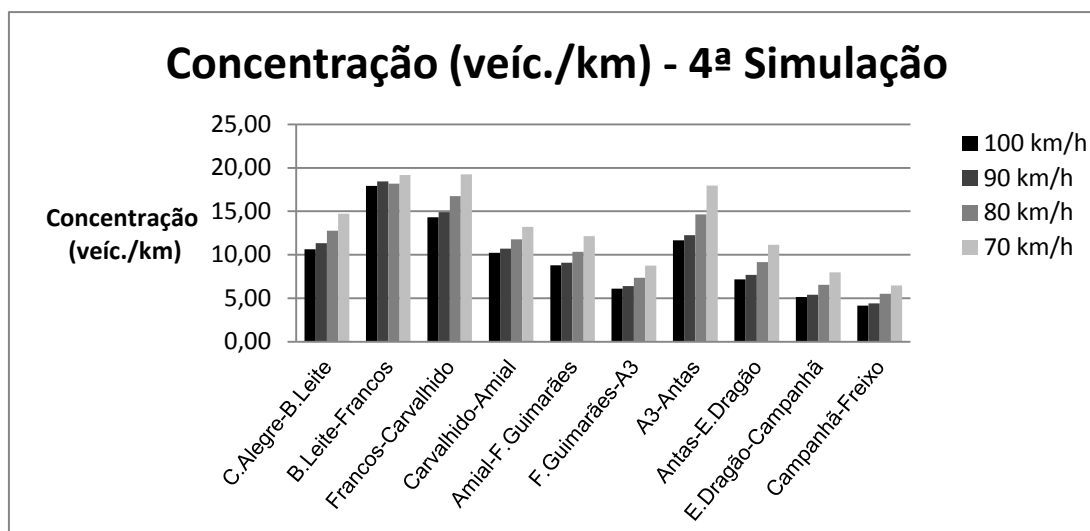


Figura 4.58 - Resultados da concentração, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

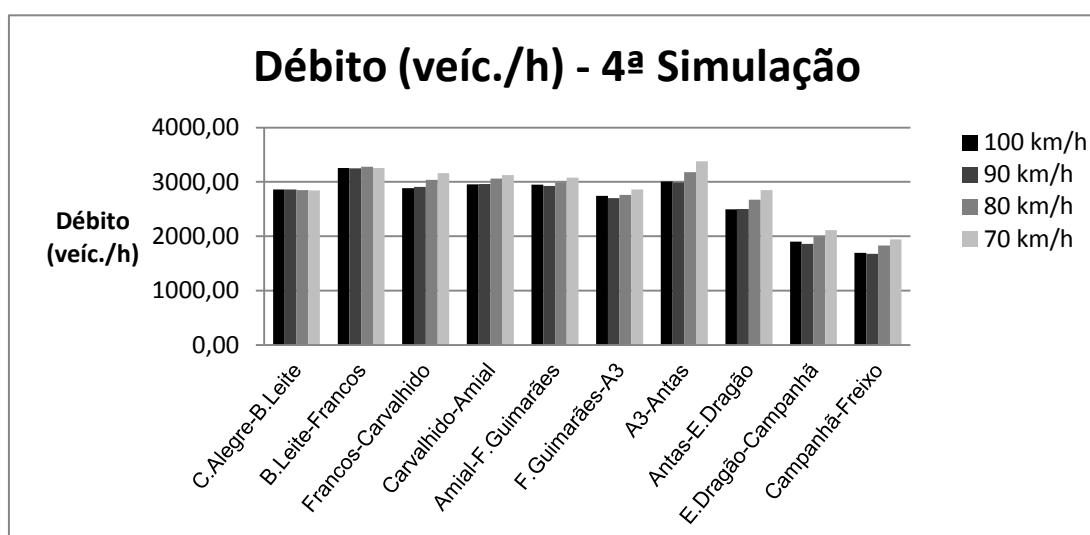


Figura 4.59 - Resultados do débito, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

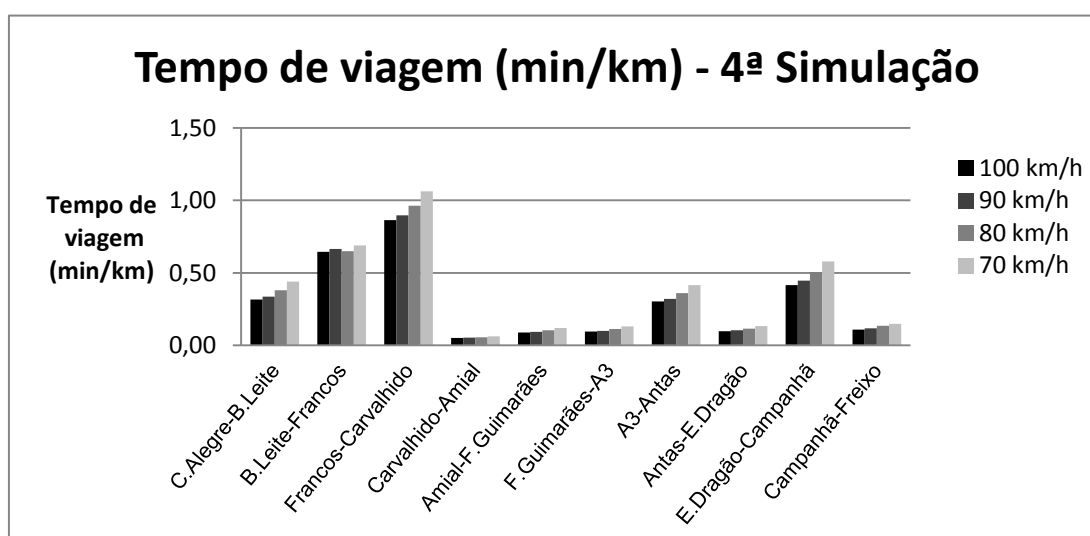


Figura 4.60 - Resultados do tempo de viagem, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

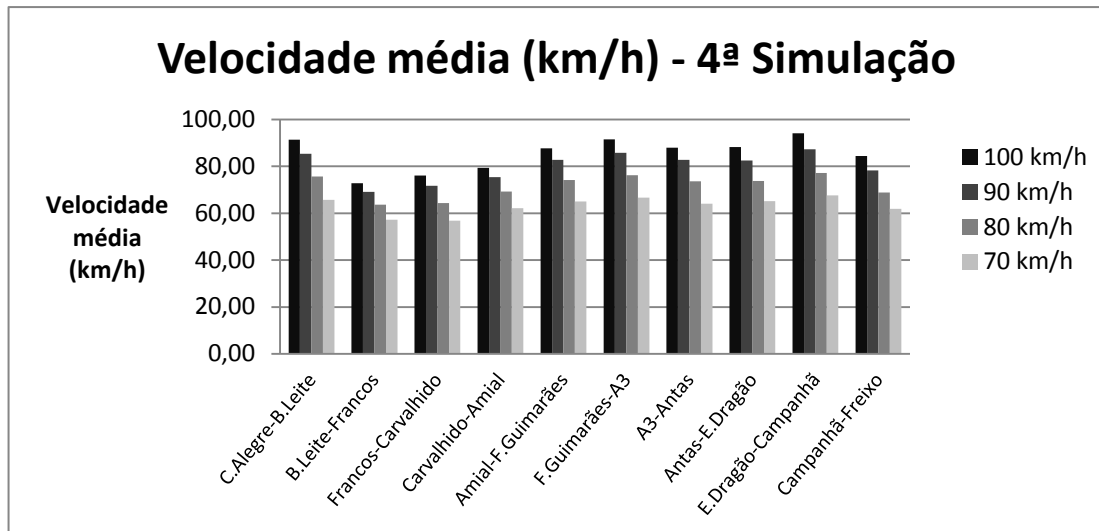


Figura 4.61 - Resultados da velocidade média, para a 4ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

4.2.3.5. 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base

Analisando os resultados relativos à quinta simulação (Figura 4.62, 4.63, 4.64 e 4.65), constata-se que o limite de 100 km/h não leva a uma melhoria no fluxo tráfego.

Também é possível concluir, que a aplicação de limites de velocidade inferiores a 90 km/h não levam a uma melhoria “óbvia” no fluxo de tráfego. Assim é seguro dizer que perante uma redução de 75% na procura, a Gestão Dinâmica de Velocidades não tem efeitos benéficos no fluxo de tráfego.

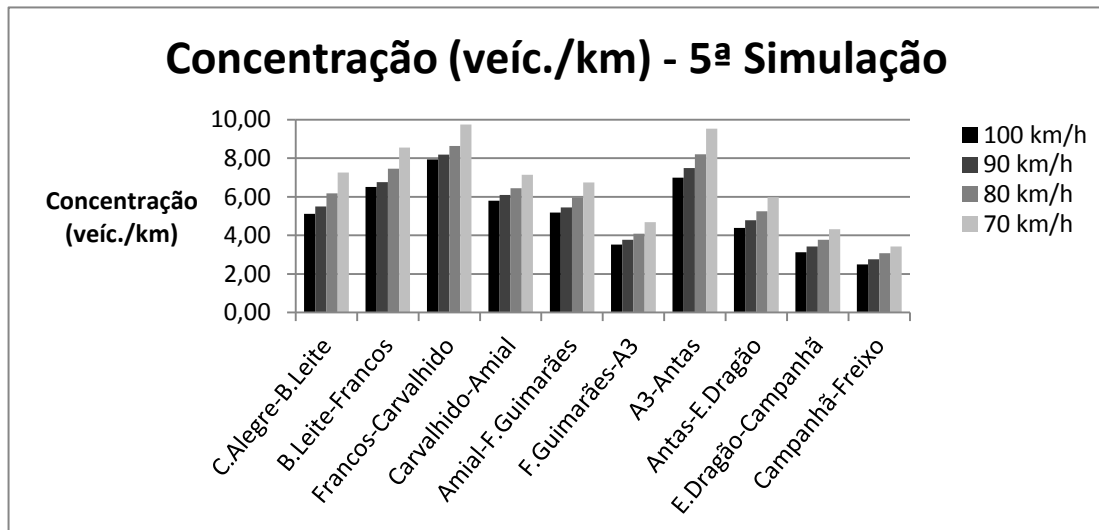


Figura 4.62 - Resultados da concentração, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

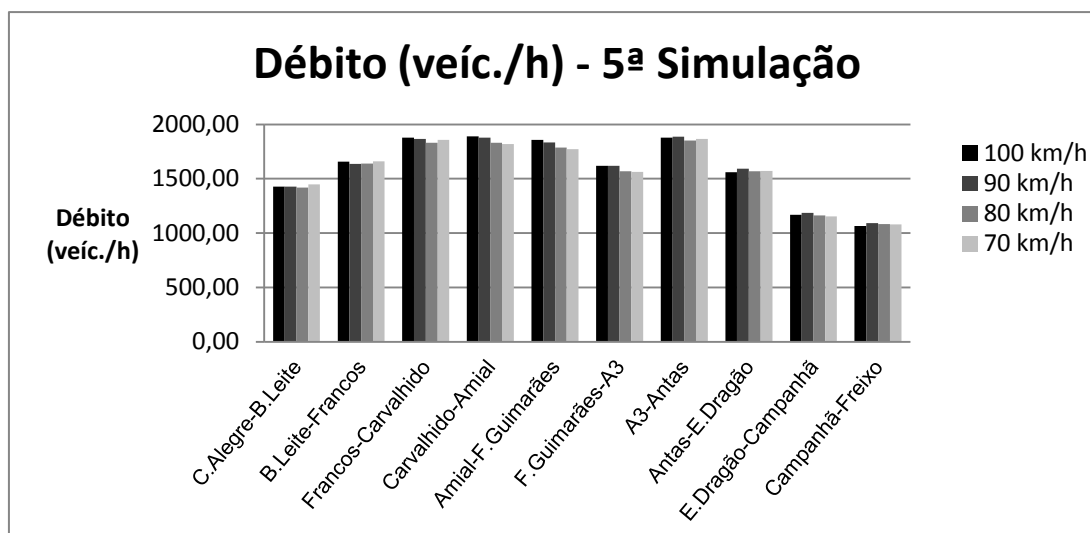


Figura 4.63 - Resultados do débito, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

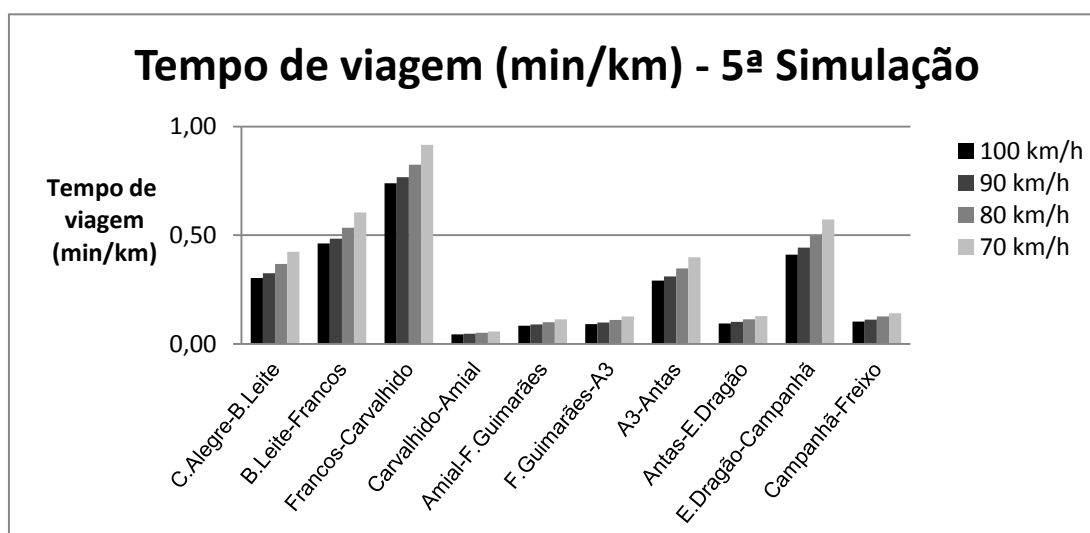


Figura 4.64 - Resultados do tempo de viagem, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

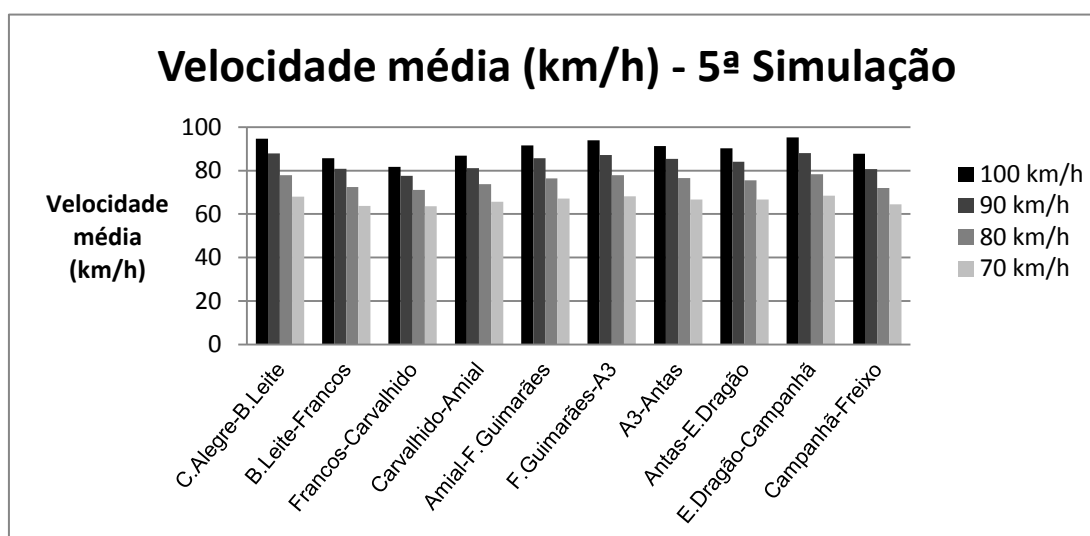


Figura 4.65 - Resultados da velocidade média, para a 5ª Simulação no sentido Pte. Arrábida – Pte. Freixo

4.3. CONCLUSÃO

A primeira simulação, com uma procura total de 34 056 veículos, serve de base para todas as simulações elaboradas bem como às suas análises. De salientar que, análise a toda a rede é complementada com a análise dos arcos, tanto no sentido Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida, como no sentido Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo.

Abordando os resultados da primeira simulação, constata-se que tais valores apontam para uma melhoria no fluxo tráfego com a redução dos limites de velocidade. O único indicador que não apresenta resultados positivos é o tempo de viagem, pois aumenta com a redução dos limites de velocidade como seria expectável. Contudo, este aumento, na ordem dos 12 segundos (verificado se o limite passar de 90km/h para 60 km/h), é pouco significativo. Perante tais resultados, observados em toda a rede e também nos sentidos Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida e Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo, é seguro concluir que a Gestão Dinâmica de Velocidades tem efeitos positivos no fluxo de tráfego na VCI, diante de uma procura total de 34 056 veículos. De realçar que, analisando os resultados da primeira simulação, é possível excluir os limites de velocidade inferiores aos 70 km/h nas seguintes simulações, pois estes não apresentam valores benéficos, para uma melhor circulação dos veículos na rede.

Na segunda e terceira simulações a procura varia 20%. Isto é, na segunda simulação a procura total base de 34 056 veículos sofre um acréscimo de 20%, passando para o total de 40 868 veículos. A procura total na terceira simulação é de 27 244 veículos, menos 20% da procura total base. A análise aos resultados, em ambas as simulações, permite concluir que diante de uma variação de 20% na procura total, a Gestão Dinâmica de Velocidades continua a melhorar o fluxo de tráfego em toda a rede e em ambos os sentidos, Ponte do Freixo – Ponte da Arrábida e Ponte da Arrábida – Ponte do Freixo. De notar que no caso da segunda simulação as melhorias no fluxo de tráfego são menos acentuadas que no caso da terceira simulação.

A quarta e quinta simulação têm como principal objetivo a aplicação dos 100 km/h, diante um valor de procura mais baixo que a procura base, por forma a melhorar o fluxo de tráfego. Contudo, a partir da análise dos resultados registados em cada simulação, é possível constatar que tal melhoria do fluxo de tráfego não ocorre perante o limite de 100 km/h. É também possível concluir que para uma redução de 50% na procura total base (4ª Simulação), a Gestão Dinâmica de Velocidades ainda produz efeitos positivos no fluxo de tráfego. Porém, se a redução na procura total base for superior aos 50% (redução de 75% na 5ª Simulação), a Gestão Dinâmica de Velocidades já não tem qualquer efeito no fluxo de tráfego.

Concluindo, a Gestão Dinâmica de Velocidades poderá ser uma medida eficaz na melhoria do fluxo de tráfego, diante valores de procura balizados entre 42 000 veículos e 18 000 veículos. Para valores inferiores aos 18 000 veículos, a variação dos limites de velocidade não produz qualquer efeito no fluxo de tráfego. De referir ainda, que perante a procura analisada, os limites de velocidade de 80 e 70 km/h são os mais eficientes, na ótica de melhorar fluxo de tráfego.

5

CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5.1. CONCLUSÕES GERAIS

Os objetivos da Gestão Dinâmica de Velocidades são otimizar o fluxo de tráfego, melhorar a segurança rodoviária e a qualidade do ar. Esta gestão é aplicada em autoestradas, sobretudo autoestradas urbanas, através de painéis eletrónicos de mensagens variáveis e radares de controlo de velocidade.

Perante problemas de congestionamentos rodoviários, uma possível solução é aumentar a capacidade das autoestradas adicionando vias às já existentes, ou alterando a geometria do traçado. Contudo, este tipo de solução pode ser problemático visto que acarreta elevados custos e na maioria das autoestradas urbanas o espaço necessário é “escasso”.

Deste modo, no presente trabalho, foram analisados e avaliados os efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades no fluxo de tráfego da Via de Cintura Interna (VCI) do Porto, com recurso ao modelo de simulação AIMSUN. Visto que este tema nunca foi estudado em Portugal, os pressupostos seguidos basearam-se em investigações estrangeiras.

Foram expostos no segundo capítulo vários estudos, onde são explicados os pressupostos teóricos que fundamentam a Gestão Dinâmica de Velocidades. De uma forma geral, nesses estudos apresentados no Capítulo 2 os resultados são positivos. Porém a esses resultados está sempre associada alguma incerteza visto que é um tema muito recente, e portanto existem poucos dados e poucos modelos que podem servir de base. Também há que ter em consideração as muitas condicionantes que envolvem estas previsões, como por exemplo, os acidentes, o número de vias, as condições climáticas, etc..

Em alguns países a Gestão Dinâmica de Velocidades é aplicada, sendo que neste trabalho são apresentados algumas dessas aplicações, nomeadamente na Suécia (E6 em *Halland* e E6 *Molndal*), na Holanda (A1 perto de *Naarden* e A12 perto de *Voorburg*) e em Espanha (C-31, via rápida de *Castelldefels* e na C-32, autoestrada de *Garraf*, ambas em Barcelona). As aplicações tinham diferentes objetivos, sendo que os resultados foram positivos nas autoestradas suecas e holandesas. No caso da Espanha, os resultados não foram conclusivos no que toca a aumentos da capacidade da autoestrada.

Como acima referido, foi aplicado o conceito de Gestão Dinâmica de Velocidades em ambiente simulado ao troço da VCI do Porto a norte do Rio Douro. Neste troço, a VCI é composta por 3 vias em cada sentido (na maioria do troço), por separadores centrais tipo “*New Jersey*” e por separadores laterais metálicos. O limite de velocidade neste troço é de 90 km/h sendo que existem alguns radares de controlo de velocidade ao longo deste, mas estão inoperacionais.

Desse modo, através do *software* de simulação AIMSUN, foram desenvolvidos cinco cenários de simulação microscópica, nomeadamente:

- 1ª Simulação: Matriz Origem-Destino base;
- 2ª Simulação: 120% da Matriz Origem-Destino base;
- 3ª Simulação: 80% da Matriz Origem-Destino base;
- 4ª Simulação: 50% da Matriz Origem-Destino base;
- 5ª Simulação: 25% da Matriz Origem-Destino base.

A procura tem por base uma matriz origem-destino, com a duração da hora de ponta da manhã, uma hora (das 8h às 9h). Em cada simulação foi analisada não só toda a rede, mas também os arcos (ou secções) que se encontram entre as entradas e saídas da VCI, em ambos os sentidos, Ponte do Freixo - Ponte da Arrábida e Ponte da Arrábida - Ponte do Freixo. Os indicadores avaliados foram a concentração, o débito, o tempo de viagem, a velocidade média e o número de veículos na rede modelada.

A primeira simulação serve de base para todas as simulações executadas bem como as suas análises. Os resultados desta simulação, indicam uma melhoria no fluxo de tráfego diante a redução dos limites de velocidade. O único indicador que não apresenta resultados positivos é o tempo de viagem, pois aumenta, como seria de esperar. Contudo é um aumento muito pouco significativo, sobretudo se comparado com os aumentos registados na concentração e no débito, que são benéficos para uma “otimização” do fluxo de tráfego.

Na segunda e terceira simulações, é possível concluir perante os resultados registados, que a Gestão Dinâmica de Velocidades continua a ter efeitos positivos no fluxo de tráfego. Isto porque os valores da concentração e do débito aumentam com a redução dos limites de velocidade. De notar que no caso da segunda simulação as melhorias no fluxo de tráfego são menos acentuadas que no caso da terceira simulação.

A quarta e quinta simulação têm como principal objetivo analisar e avaliar a aplicação do limite de 100 km/h, diante um valor de procura mais baixo que a procura base. Os resultados registados em cada simulação, permitem constatar que tal melhoria do fluxo de tráfego não ocorre perante o limite de 100 km/h. É também possível concluir que a Gestão Dinâmica de Velocidades na quarta simulação ainda produz efeitos positivos no fluxo de tráfego, enquanto na quinta simulação já não tem qualquer efeito benéfico para o fluxo de tráfego.

Elaborando uma avaliação geral dos efeitos da Gestão Dinâmica de Velocidades nestes cinco cenários simulados é possível constatar que para valores de procura elevada e média, os efeitos são benéficos no fluxo de tráfego, contribuindo assim para uma melhor circulação na VCI na hora de ponta da manhã. Para valores de procura baixa, a variação dos limites de velocidade não produz qualquer efeito benéfico ao fluxo de tráfego. De salientar ainda, que diante a procura analisada, os limites de velocidade de 80 e 70 km/h são os mais eficientes, do ponto de vista de melhorar fluxo de tráfego.

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Tendo em conta, que o objetivo deste trabalho foi alcançado, visto que os resultados das simulações elaboradas apontam para uma melhoria do fluxo de tráfego, é expectável que esta primeira abordagem ao tema possa servir de base para futuros trabalhos no âmbito da Gestão Dinâmica de Velocidades. Neste domínio é possível desenvolver trabalhos não só relacionados com a “otimização” fluxo de tráfego, mas também relacionados com a segurança rodoviária e com a qualidade do ar.

Há que realçar ainda que esta dissertação, dá a conhecer ao leitor uma diversidade de estudos realizados noutros países que também podem servir de base para trabalhos futuros.

Futuros desenvolvimentos podem também ser feitos relativamente a outras autoestradas urbanas em Portugal e não só, onde existam problemas com o congestionamento rodoviário.

Contudo, este trabalho, que incide na avaliação da Gestão Dinâmica de Velocidades na VCI do Porto, necessita ser complementado com estudos mais detalhados, como por exemplo, a análise não só dos arcos entre as entradas e saídas da VCI mas também das próprias entradas e saídas. Isto com intuito de perceber-se tal gestão pode passar da teoria para a prática, sendo realmente benéfica à circulação rodoviária na cidade do Porto.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Sebenta de Circulação e Transportes 1*, Secção Vias de Comunicação do Departamento de Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2011.
- [2] Hyerim Cho, Youngchan Kim, *Analysis of Traffic Flow with Variable Speed Limit on Highways*, KSCE Journal of Civil Engineering, 9/2012, pp. 1048-1056, Korean Society of Civil Engineers.
- [3] Hegyi, A., *Model predictive control for integrating traffic control measures*, Dissertação de Doutoramento, Delft University of Technology, Holanda, 2004.
- [4] Papageorgiou, M., Kosmatopoulos, E., Papamichail, I., *Effects of Variable Speed Limits on Motorway Traffic Flow*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board N° 2047, 2008, pp. 37-48, Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C.
- [5] Newell, G. F., *A simplified theory of kinematic waves in highway traffic, Part I: General theory*, Transportation Research Part B, Volume 27, n°4, 1993, pp. 281-287, Transportation Research.
- [6] Abdel-Aty, M., Dilmore, J., Dhindsa, A., *Evaluation of variable speed limits for real-time freeway safety improvement*, Accident Analysis and Prevention 38, pp.335-345, 2006, Elsevier.
- [7] Lee, C., Hellinga, B., Saccomanno, F., *Evaluation of variable speed limits to improve traffic safety*, Transportation Research Part C 14, pp.213-228, 2006, Elsevier.
- [8] Allaby, P., Hellinga, B., Bullock, M., *Variable Speed Limits: Safety and Operational Impacts of a Candidate Control Strategy for Freeway Applications*, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 8, N° 4, pp. 671-680, dezembro de 2007.
- [9] Stoelhorst, H., *Speed limits on Dutch Motorways*, Rijkswaterstaat/AVV, 9/2007.
- [10] Stoelhorst, H., *Summary Results of Dutch Field Trials with Dynamic Speed Limits DYNAMAX project*, Rijkswaterstaat/DVS, 18/10/2011.
- [11] Stoelhorst, H., Schreuder, M., Polderdijk, S., Wilmink, I., Jonkers, E., *Summary Results of Dutch Field Trials with Dynamic Speed Limits (DYNAMAX)*, Proceedings 18th ITS World Congress, 2011, Orlando, 13 páginas, Transportation Research Board of the National Academies.
- [12] Lind, G., *Weather and Traffic Controlled Variable Speed Limits in Sweden*, Movea trafikonsult AB.
- [13] Bell, M. C., Chen, H., Hackman, M., McCabe, K., Price, S., *Using ITS to reduce environmental impacts*, Proceedings ITS World Congress, 2006, Londres.
- [14], *Reducción de la velocidad en los accesos a Barcelona*, Movilidad Sostenible, Segura y Saludable, 18/06/2009, Las Palmas de Gran Canaria, Servei Català de Transit.
- [15] Torné, J. M., Rosas, D., Soriguera, F., *Evaluation of speed limit management on C-32 highway access to Barcelona*, TRB 90th Annual Meeting, 2011, Washington D.C., 23 páginas, Transportation Research Board of the National Academies.
- [16] *La gestión de la velocidad variable entra en funcionamiento en la autovia de Castelldefels y la autopista del Garraf*, Servei Català de Transit, dezembro de 2008.
- [17] Jesus, R., *Ruído na Cidade do Porto: A evolução em duas décadas*, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.

- [18] Sucena, S., *A Via de Cintura Interna como elemento de estrutura urbana? Uma análise e comparação com a Ronda de Dalt – Barcelona*, Trabalho de investigação no âmbito do processo de Doutoramento, ETSAB – Universidade Politécnica da Catalunha, Barcelona, julho de 2003
- [19] Vilarinho, C., *Calibração de Modelos Microscópicos de Simulação de Tráfego em Redes Urbanas*, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.
- [20] *AIMSUN 7Dynamic Simulators User's Manual*, TSS-Transport Simulation Systems, maio de 2012.
- [21] <http://wikimapia.org>. 15-10-2012.

ANEXOS

ANEXO I

MATRIZES ORIGEM-DESTINO

[illegible]

Matriz Origem-Destino utilizada na calibração dos veículos																									
Matriz OD	Ponte da Arrábida	Campo Alegre	Bessa Leite	Rua do Grifó	Av. Boavista	Av. Boavista ponte	Norte Shopping	Francos	Via Norte	Canalhido	Amial SUL	Amial NORTE	Paranhos	Faria Guimarães	A3 – Braga	Antas	Areosa	Estádio do Dragão	Mercado Abastecedor	Campanhã SUL	Campanhã NORTE	Gondomar	Freixo	Ponte do Freixo	Total
Ponte da Arrábida		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	1000
Campo Alegre	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bessa Leite	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rua Grifó	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Boavista	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Boavista ponte	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norte Shopping	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Francos	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Via Norte	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canalhido	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amial SUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amial NORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paranhos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Faria Guimarães	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3 - Braga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
Estádio do Dragão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Mercado Abastecedor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Campanhã SUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
Campanhã NORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
Gondomar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Freixo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Ponte do Freixo	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1000
Total	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	2000
Nota: 1000 veículos em 15 minutos																									

Nota: 1000 veículos em 15 minutos

Matriz Origem-Destino base referente à hora de ponta da manhã, exportada do SATURN																									
Matriz OD	Ponte da Arábida	Campo Alegre	Bessa Leite	Rua do Grijó	Av. Boavista	Av. Boavista ponte	Norte Shopping	Francos	Via Norte	Carvalhido	Amial SUL	Amial NORTE	Paranhos	Faria Guimarães	A3 - Braga	Antas	Areosa	Estádio do Dragão	Mercado Abastecedor	Campanhã SUL	Campanhã NORTE	Gondomar	Freixo	Ponte do Freixo	Total
Ponte da Arábida		652	52	8	609	68	1487	492	1199	185	77	50	103	366	386	12	18	105	3	0	17	1	21	1	5912
Campo Alegre	238		263	0	0	0	31	0	28	0	1	20	26	7	43	2	42	4	27	3	8	5	5	4	757
Bessa Leite	0	0		0	0	0	3	1	120	162	173	34	92	141	118	34	137	99	47	8	15	28	51	19	1282
Rua do Grijó	196	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196
Av. Boavista	183	263	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	446
Av. Boavista ponte	11	3	0	3	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Norte Shopping	939	393	0	18	0	1		23	56	12	110	8	38	823	43	61	121	243	59	32	21	131	140	350	3622
Francos	26	63	0	42	1	1	1		9	6	5	3	10	32	56	64	136	262	66	44	22	133	141	351	1474
Via Norte	995	183	0	73	381	151	31	34		0	18	0	1	214	3	53	69	105	45	11	10	17	128	283	2805
Carvalhido	0	6	0	0	0	0	0	4	0		6	0	0	77	40	27	68	91	48	22	13	19	81	141	643
Amial SUL	37	17	0	42	106	36	34	0	53	0		0	0	0	15	0	4	0	10	0	2	4	3	15	378
Amial NORTE	115	58	0	22	226	75	35	2	0	0	0		0	0	7	0	17	16	7	2	9	7	23	17	638
Paranhos	8	4	0	1	10	2	0	0	0	0	0	0		0	12	0	29	2	27	1	20	11	41	20	188
Faria Guimarães	38	13	0	16	97	21	26	0	15	0	0	1	0		360	0	255	0	115	9	4	49	39	43	1101
A3 - Braga	61	460	0	8	132	38	58	187	8	39	41	53	234	418		94	89	190	76	17	8	147	1391	354	4103
Antas	15	28	0	17	148	87	86	4	61	3	0	11	0	0	58		0	14	0	13	5	0	75	44	669
Areosa	26	37	0	31	168	90	127	75	31	1	0	6	0	0	2	0		0	0	0	0	0	0	0	594
Estádio do Dragão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	13	5	0	75	44	137
Mercado Abastecedor	317	18	0	4	223	56	430	81	121	27	5	40	9	18	20	2	6	28		53	0	0	32	4	1494
Campanhã SUL	0	2	0	0	0	0	10	2	7	1	6	0	1	0	12	1	10	0	0		0	17	5	10	84
Campanhã NORTE	33	3	0	0	6	6	33	4	8	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0		5	34	50	187
Gondomar	340	58	0	1	118	46	347	114	116	103	13	58	5	72	12	14	3	108	0	0	1		19	165	1713
Freixo	78	20	0	0	25	15	154	96	39	49	5	11	6	92	97	14	58	48	16	84	7	0		339	1253
Ponte do Freixo	4	73	0	5	65	12	202	83	951	31	21	28	35	124	2302	53	51	132	55	49	38	15	34		4363
Total	3660	2354	315	291	2315	705	3095	1202	2822	622	481	323	560	2384	3586	431	1115	1447	601	361	205	589	2338	2254	34056

Matriz Origem-Destino utilizada na 2ª Simulação: 120% da Matriz OD base																									
Matriz OD	Porte da Atividade	Campo Alegre	Bessa Leite	Rua do Griló	Av. Boasista	Av. Boasista poente	Norte Shopping	Francos	Via Norte	Canalhido	Amial SUL	Amial NORTE	Paramhos	Faria Guimarães	A3 - Braga	Antas	Areosa	Estádio do Dragão	Mercado Abasteecedor	Campanhã SUL	Campanhã NORTE	Gondomar	Fleixo	Porte do Fleixo	Total
Porte da Atividade		782	62	10	731	82	1784	590	1439	222	92	60	124	439	463	14	22	126	4	0	20	1	25	1	7093
Campo Alegre	286		316	0	0	0	37	0	34	0	1	24	31	8	52	2	50	5	32	4	10	6	6	5	909
Bessa Leite	0	0		0	0	0	4	1	144	194	208	41	110	169	142	41	164	119	56	10	18	34	61	23	1539
Rua do Griló	235	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235
Av. Boasista	220	316	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	536
Av. Boasista poente	13	4	0	4	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Norte Shopping	1127	472	0	22	0	1		28	67	14	132	10	46	988	52	73	145	292	71	38	25	157	168	420	4248
Francos	31	76	0	50	1	1	1		11	7	6	4	12	38	67	77	163	314	79	53	26	160	169	421	1767
Via Norte	1194	220	0	88	457	181	37	41		0	22	0	1	257	4	64	83	126	54	13	12	20	154	340	3368
Canalhido	0	7	0	0	0	0	0	5	0		7	0	0	92	48	32	82	109	58	26	16	23	97	169	771
Amial SUL	44	20	0	50	127	43	41	0	64	0		0	0	0	18	0	5	0	12	0	2	5	4	18	453
Amial NORTE	138	70	0	26	271	90	42	2	0	0	0		0	0	8	0	20	19	8	2	11	8	28	20	763
Paramhos	10	5	0	1	12	2	0	0	0	0	0	0		0	14	0	35	2	32	1	24	13	49	24	224
Faria Guimarães	46	16	0	19	116	25	31	0	18	0	0	1	0		432	0	306	0	138	11	5	59	47	52	1322
A3 - Braga	73	552	0	10	158	46	70	224	10	47	49	64	281	502		113	107	228	91	20	10	176	1669	425	4925
Antas	18	34	0	20	178	104	103	5	73	4	0	13	0	0	70		0	17	0	16	6	0	90	53	804
Areosa	31	44	0	37	202	108	152	90	37	1	0	7	0	0	2	0		0	0	0	0	0	0	0	711
Estádio do Dragão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	16	6	0	90	53	165
Mercado Abasteecedor	380	22	0	5	268	67	516	97	145	32	6	48	11	22	24	2	7	34		64	0	0	38	5	1793
Campanhã SUL	0	2	0	0	0	0	12	2	8	1	7	0	1	0	14	1	12	0	0		0	20	6	12	98
Campanhã NORTE	40	4	0	0	7	7	40	5	10	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0		6	41	60	226
Gondomar	408	70	0	1	142	55	416	137	139	124	16	70	6	86	14	17	4	130	0	0	1		23	198	2057
Fleixo	94	24	0	0	30	18	185	115	47	59	6	13	7	110	116	17	70	58	19	101	8	0		407	1504
Porte do Fleixo	5	88	0	6	78	14	242	100	1141	37	25	34	42	149	2762	64	61	158	66	59	46	18	41		5236
Total	4393	2828	378	349	2778	844	3713	1442	3387	746	577	389	672	2860	4302	517	1338	1737	720	434	246	706	2806	2706	40868

Matriz Origem-Destino utilizada na 3ª simulação: 80% da Matriz OD base																									
Matriz OD	Ponte da Arrábida	Campo Alegre	Bessa Leite	Rua do Grijó	Av. Boavista	Av. Boavista ponte	Norte Shopping	Francos	Via Norte	Canalhido	Amial SUL	Amial NORTE	Paranhos	Faria Guimarães	A3 - Braga	Antas	Areosa	Estádio do Dragão	Mercado Abastecedor	Campanhã SUL	Campanhã NORTE	Gondomar	Freixo	Ponte do Freixo	Total
Ponte da Arrábida		522	42	6	487	54	1190	394	959	148	62	40	82	293	309	10	14	84	2	0	14	1	17	1	4731
Campo Alegre	190		210	0	0	0	25	0	22	0	1	16	21	6	34	2	34	3	22	2	6	4	4	3	605
Bessa Leite	0	0		0	0	0	2	1	96	130	138	27	74	113	94	27	110	79	38	6	12	22	41	15	1025
Rua do Grijó	157	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157
Av. Boavista	146	210	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	356
Av. Boavista ponte	9	2	0	2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Norte Shopping	751	314	0	14	0	1		18	45	10	88	6	30	658	34	49	97	194	47	26	17	105	112	280	2896
Francos	21	50	0	34	1	1	1		7	5	4	2	8	26	45	51	109	210	53	35	18	106	113	281	1181
Via Norte	796	146	0	58	305	121	25	27		0	14	0	1	171	2	42	55	84	36	9	8	14	102	226	2242
Canalhido	0	5	0	0	0	0	0	3	0		5	0	0	62	32	22	54	73	38	18	10	15	65	113	515
Amial SUL	30	14	0	34	85	29	27	0	42	0		0	0	0	12	0	3	0	8	0	2	3	2	12	303
Amial NORTE	92	46	0	18	181	60	28	2	0	0	0		0	0	6	0	14	13	6	2	7	6	18	14	513
Paranhos	6	3	0	1	8	2	0	0	0	0	0	0		0	10	0	23	2	22	1	16	9	33	16	152
Faria Guimarães	30	10	0	13	78	17	21	0	12	0	0	1	0		288	0	204	0	92	7	3	39	31	34	880
A3 - Braga	49	368	0	6	106	30	46	150	6	31	33	42	187	334		75	71	152	61	14	6	118	1113	283	3281
Antas	12	22	0	14	118	70	69	3	49	2	0	9	0	0	46		0	11	0	10	4	0	60	35	534
Areosa	21	30	0	25	134	72	102	60	25	1	0	5	0	0	2	0		0	0	0	0	0	0	0	477
Estádio do Dragão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	10	4	0	60	35	109
Mercado Abastecedor	254	14	0	3	178	45	344	65	97	22	4	32	7	14	16	2	5	22		42	0	0	26	3	1195
Campanhã SUL	0	2	0	0	0	0	8	2	6	1	5	0	1	0	10	1	8	0	0		0	14	4	8	70
Campanhã NORTE	26	2	0	0	5	5	26	3	6	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0		4	27	40	148
Gondomar	272	46	0	1	94	37	278	91	93	82	10	46	4	58	10	11	2	86	0	0	1		15	132	1369
Freixo	62	16	0	0	20	12	123	77	31	39	4	9	5	74	78	11	46	38	13	67	6	0		271	1002
Ponte do Freixo	3	58	0	4	52	10	162	66	761	25	17	22	28	99	1842	42	41	106	44	39	30	12	27		3490
Total	2927	1880	252	233	1852	566	2477	962	2257	498	385	257	448	1908	2870	345	892	1157	482	288	164	472	1870	1802	27244

Matriz Origem – Destino utilizada na 4ª simulação: 50% da Matriz OD base																									
Matriz OD	Ponte da Arrábida	Campos Alegres	Bessa Leite	Rua do Gifó	Av. Boavista	Av. Boavista poente	Norte Shopping	Francos	Via Norte	Canalhido	Amial SUL	Amial NORTE	Paranhos Guimarães	A3 - Braga	Antas	Aroeira	Estádio do Dragão	Mercado Abastecedor	Campanhã SUL	Campanhã NORTE	Gondomar	Feixo	Ponte do Feixo	Total	
Ponte da Arrábida		326	26	4	305	34	744	246	600	93	39	25	52	183	193	6	9	53	2	0	9	1	11	1	2962
Campos Alegres	119		132	0	0	0	16	0	14	0	1	10	13	4	22	1	21	2	14	2	4	3	3	2	383
Bessa Leite	0	0		0	0	0	2	1	60	81	87	17	46	71	59	17	69	50	24	4	8	14	26	10	646
Rua do Gifó	98	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
Av. Boavista	92	132	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
Av. Boavista poente	6	2	0	2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Norte Shopping	470	197	0	9	0	1		12	28	6	55	4	19	412	22	31	61	122	30	16	11	66	70	175	1817
Francos	13	32	0	21	1	1	1		5	3	3	2	5	16	28	32	68	131	33	22	11	67	71	176	742
Via Norte	498	92	0	37	191	76	16	17		0	9	0	1	107	2	27	35	53	23	6	5	9	64	142	1410
Canalhido	0	3	0	0	0	0	0	2	0		3	0	0	39	20	14	34	46	24	11	7	10	41	71	325
Amial SUL	19	9	0	21	53	18	17	0	27	0		0	0	0	8	0	2	0	5	0	1	2	2	8	192
Amial NORTE	58	29	0	11	113	38	18	1	0	0	0		0	0	4	0	9	8	4	1	5	4	12	9	324
Paranhos	4	2	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0		0	6	0	15	1	14	1	10	6	21	10	97
Faria Guimarães	19	7	0	8	49	11	13	0	8	0	0	1	0		180	0	128	0	58	5	2	25	20	22	556
A3 - Braga	31	230	0	4	66	19	29	94	4	20	21	27	117	209		47	45	95	38	9	4	74	696	177	2056
Antas	8	14	0	9	74	44	43	2	31	2	0	6	0	0	29		0	7	0	7	3	0	38	22	339
Aroeira	13	19	0	16	84	45	64	38	16	1	0	3	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	0	300
Estádio do Dragão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	7	3	0	0	38	22	70
Mercado Abastecedor	159	9	0	2	112	28	215	41	61	14	3	20	5	9	10	1	3	14		27	0	0	16	2	751
Campanhã SUL	0	1	0	0	0	0	5	1	4	1	3	0	1	0	6	1	5	0	0		0	9	3	5	45
Campanhã NORTE	17	2	0	0	3	3	17	2	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0		3	17	25	96	
Gondomar	170	29	0	1	59	23	174	57	58	52	7	29	3	36	6	7	2	54	0	0	1		10	83	861
Feixo	39	10	0	0	13	8	77	48	20	25	3	6	3	46	49	7	29	24	8	42	4	0		170	631
Ponte do Feixo	2	37	0	3	33	6	101	42	476	16	11	14	18	62	1151	27	26	66	28	25	19	8	17		2188
Total	1835	1182	158	149	1161	356	1552	604	1416	316	245	164	283	1194	1796	218	562	726	305	185	107	301	1176	1132	17123

Matriz Origem – Destino utilizada na 5ª simulação, 25% da Matriz OD base																
Matriz OD	Ponte da Arrábida	Campo Alegre	Bessa Leite	Rua do Grijó	Av. Boavista	Av. Boavista poente	Norte Shopping	Francos	Via Norte	Carvalho	Anial SUL	Anial NORTE	Paranhos	Faria Guimarães	A3 - Braga	Antas
Areosa	163	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estádio do Dragão	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mercado Abastecedor	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campanhã SUL	46	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campanhã NORTE	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gondomar	235	98	0	5	0	0	0	6	14	3	28	2	10	206	11	15
Freixo	7	16	0	11	0	0	0	9	2	2	1	1	3	8	14	16
Ponte do Freixo	249	46	0	18	95	38	8	9	0	0	5	0	0	54	1	13
Total	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	19	10	7
Estádio do Dragão	9	4	0	11	27	9	9	0	13	0	0	0	0	0	4	0
Mercado Abastecedor	29	15	0	6	57	19	9	1	0	0	0	0	0	0	2	0
Campanhã SUL	2	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Campanhã NORTE	10	3	0	4	24	5	7	0	4	0	0	0	0	0	90	0
Gondomar	15	115	0	2	33	10	15	47	2	10	10	13	59	105	24	24
Freixo	4	7	0	4	37	22	22	1	15	1	0	3	0	0	15	0
Ponte do Freixo	7	9	0	8	42	23	32	19	8	0	0	2	0	0	1	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estádio do Dragão	79	5	0	1	56	14	108	20	30	7	1	10	2	5	5	1
Mercado Abastecedor	0	1	0	0	0	0	3	1	2	0	2	0	0	0	3	0
Campanhã SUL	8	1	0	0	2	2	8	1	2	1	0	0	0	0	0	0
Campanhã NORTE	85	15	0	0	30	12	87	29	29	26	3	15	1	18	3	4
Gondomar	20	5	0	0	6	4	39	24	10	12	1	3	2	23	24	4
Freixo	1	18	0	1	16	3	51	21	238	8	5	7	9	31	576	13
Ponte do Freixo	918	591	79	74	580	179	779	303	706	157	120	83	142	598	900	110
Total	8558	566	586	147	52	90	153	364	281	364	90	52	147	586	566	8558

ANEXO II

DADOS DE ENTRADA NO AIMSUN

Dados de entrada, utilizados na primeira calibração dos veículos. Valores característicos assumidos pelo AIMSUN												
Principais	Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)											
	90 km/h				80 km/h				70 km/h			
	Média	Desvio	Min	Max	Média	Desvio	Min	Max	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4 m	0,5 m	3,5 m	4,5 m	4 m	0,5 m	3,5 m	4,5 m	4 m	0,5 m	3,5 m	4,5 m
Largura	2 m	0 m	2 m	2 m	2 m	0 m	2 m	2 m	2 m	0 m	2 m	2 m
Velocidade Max. Desejada	90 km/h	10 km/h	80 km/h	150 km/h	80 km/h	10 km/h	60 km/h	150 km/h	70 km/h	10 km/h	50 km/h	140 km/h
Aceleração Max.	3 m/s ²	0,20 m/s ²	2,60 m/s ²	3,40 m/s ²	3 m/s ²	0,20 m/s ²	2,60 m/s ²	3,40 m/s ²	3 m/s ²	0,20 m/s ²	2,60 m/s ²	3,40 m/s ²
Desaceleração Normal	4 m/s ²	0,25 m/s ²	3,50 m/s ²	4,50 m/s ²	4 m/s ²	0,25 m/s ²	3,50 m/s ²	4,50 m/s ²	4 m/s ²	0,25 m/s ²	3,50 m/s ²	4,50 m/s ²
Desaceleração Max.	6 m/s ²	0,5 m/s ²	5 m/s ²	7 m/s ²	6 m/s ²	0,5 m/s ²	5 m/s ²	7 m/s ²	6 m/s ²	0,5 m/s ²	5 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3	1,1	0,1	0,9	1,3	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,50 m	1,50 m	1 m	0,30 m	0,50 m	1,50 m	1 m	0,30 m	0,50 m	1,50 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,5 segs	5 segs	15 segs	10 segs	2,5 segs	5 segs	15 segs	10 segs	2,5 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	100%	0%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	0%	100%	100%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento	90 km/h				80 km/h				70 km/h			
Tempo de reação	0,75				0,75				0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1				1,1				1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3				1,3				1,3			
Probabilidade [0, 1]	1				1				1			

Dados de entrada, utilizados na segunda calibração dos veículos. Valores característicos retirados da referência [19]

Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)														
Principais		90 km/h				80 km/h				70 km/h				
	Média	Desvio	Min	Max	Média	Desvio	Min	Max	Média	Desvio	Min	Max		
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m		
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m		
Velocidade Max. Desejada	90 km/h	20 km/h	70 km/h	140 km/h	80 km/h	20 km/h	60 km/h	140 km/h	70 km/h	20 km/h	50 km/h	140 km/h		
Aceleração Max.	2,20 m/s²	0,5 m/s²	1 m/s²	3 m/s²	2,20 m/s²	0,5 m/s²	1 m/s²	3 m/s²	2,20 m/s²	0,5 m/s²	1 m/s²	3 m/s²		
Desaceleração Normal	1,90 m/s²	0,25 m/s²	0,8 m/s²	2,20 m/s²	1,90 m/s²	0,25 m/s²	0,8 m/s²	2,20 m/s²	1,90 m/s²	0,25 m/s²	0,8 m/s²	2,20 m/s²		
Desaceleração Max.	3,20 m/s²	1 m/s²	1 m/s²	7 m/s²	3,20 m/s²	1 m/s²	1 m/s²	7 m/s²	3,20 m/s²	1 m/s²	1 m/s²	7 m/s²		
Acetlação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3	1,1	0,1	0,9	1,3	1,1	0,1	0,9	1,3		
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m		
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs		
Acetilação de ser guiado	75%	10%	65%	90%	75%	10%	65%	90%	75%	10%	65%	90%		
Fator de sensibilidade	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1		
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs		
Padrões do experimento	90 km/h				80 km/h				70 km/h					
Tempo de reação	0,75				0,75				0,75					
Tempo de reação em STOP	1,1				1,1				1,1					
Reação para o veículo da frente	1,3				1,3				1,3					
Probabilidade [0,1]	1				1				1					

Dados de entrada, relativos ao cenário simulado na calibração dos veículos e nas cinco simulações	
Cenário da Simulação	
Principal	
Carregamento da rede	Simulador Microscópico
Método de Alocação	Escolha estocástica de rota
Comportamento	
Car Following	
Mudança de Faixa	
Percentagem de ultrapassagem	90%
Percentagem de retomada	95%
Variabilidade da distância de zona	40%
Velocidades de Fila	
Velocidade considerar ingresso na fila	1 m/s
Velocidade considerar deixando fila	4 m/s
Tempo reação	
Intervalo de simulação	0,75 seg.
Configurações de tempo de reação	Fixo
Tempo reação	Mesmo que o Intervalo Simulação
Tempo de reação em STOP	1,35 seg.
Tempo de reação em semáforos	1,35 seg.
Chegadas	
	Exponencial

Dados de entrada				
Limite de velocidade: 100 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	100 km/h	20 km/h	70 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

Dados de entrada				
Limite de velocidade: 90 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	90 km/h	20 km/h	70 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

Dados de entrada				
Limite de velocidade: 85 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	85 km/h	20 km/h	60 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

Dados de entrada Limite de velocidade: 80 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	80 km/h	20 km/h	60 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

Dados de entrada Limite de velocidade: 75 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	75 km/h	20 km/h	50 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

Dados de entrada				
Limite de velocidade: 70 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	70 km/h	20 km/h	50 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

Dados de entrada				
Limite de velocidade: 65 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	65 km/h	20 km/h	50 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

Dados de entrada				
Limite de velocidade: 60 km/h				
Tipo veículos: Carro (veículo ligeiro)				
Principais				
	Média	Desvio	Min	Max
Extensão	4,40 m	0,5 m	3,50 m	4,80 m
Largura	1,80 m	0 m	1,80 m	2 m
Velocidade max. Desejada	60 km/h	20 km/h	50 km/h	140 km/h
Aceleração max.	2,20 m/s ²	0,5 m/s ²	1 m/s ²	3 m/s ²
Desaceleração Normal	1,90 m/s ²	0,25 m/s ²	0,8 m/s ²	2,20 m/s ²
Desaceleração max.	3,20 m/s ²	1 m/s ²	1 m/s ²	7 m/s ²
Aceitação de velocidade	1,1	0,1	0,9	1,3
Dist. Min entre veículos	1 m	0,30 m	0,5 m	1,5 m
Tempo de Dê Preferência	10 segs	2,50 segs	5 segs	15 segs
Aceitação de ser guiado	75%	10%	65%	90%
Fator de sensibilidade	1	0	1	1
Headway mínimo	2 segs	1 segs	1 segs	3 segs
Padrões do experimento				
Tempo de reação	0,75			
Tempo de reação em STOP	1,1			
Reação para o veículo da frente	1,3			
Probabilidade [0,1]	1			

ANEXO III

RESULTADOS

Resultados relativos às duas calibrações dos veículos							
Dados de saída	Experiência 1			Experiência 2			Limites de velocidade
	Valor	Desvio Padrão	Unidades	Valor	Desvio Padrão	Unidades	
Comprimento Médio de Fila Car	7,65	N/D	veícs	29,01	N/D	veícs	90 km/h
Densidade Car	7,91	N/D	veic/km	8,02	N/D	veic/km	
Distância Total Viajada Car	75194,33	N/D	km	70485,32	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car	6	N/D	veícs	9	N/D	veícs	
Fila Virtual Média Car	0,17	N/D	veícs	0,4	N/D	veícs	
Fluxo Car	7228	N/D	veic/h	6914	N/D	veic/h	
Número de Paradas Car	0,06	N/D	-	0,05	N/D	-	
Tempo Parado Car	0,37	1,35	seg/km	1,44	5,26	seg/km	
Tempo Total de Viagem Car	881,21	N/D	h	886,43	N/D	h	
Tempo de Atraso Car	2,29	2,07	seg/km	4,84	5,97	seg/km	
Tempo de Viagem Car	42,26	3,32	seg/km	45,48	7,86	seg/km	
Velocidade Car	85,7	6,32	km/h	81,04	10,93	km/h	
Velocidade Harmônica Car	85,21	6,48	km/h	79,2	12,07	km/h	
Veículos Aguardando para Entrar Car	0	N/D	veícs	0	N/D	veícs	
Veículos Dentro Car	1015	N/D	veícs	1028	N/D	veícs	
Veículos Fora Car	7228	N/D	veícs	6914	N/D	veícs	
Veículos Perdidos Dentro Car	0	N/D	veícs	2	N/D	veícs	
Veículos Perdidos Fora Car	151	N/D	veícs	352	N/D	veícs	
Comprimento Médio de Fila Car	3,78	N/D	veícs	24,29	N/D	veícs	80 km/h
Densidade Car	9,07	N/D	veic/km	9	N/D	veic/km	
Distância Total Viajada Car	73579,58	N/D	km	69933,73	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car	6	N/D	veícs	9	N/D	veícs	
Fila Virtual Média Car	0,15	N/D	veícs	0,31	N/D	veícs	
Fluxo Car	7016	N/D	veic/h	6799	N/D	veic/h	
Número de Paradas Car	0,04	N/D	-	0,05	N/D	-	
Tempo Parado Car	0,19	0,7	seg/km	1,16	4,28	seg/km	
Tempo Total de Viagem Car	999,21	N/D	h	985,63	N/D	h	
Tempo de Atraso Car	2,69	1,77	seg/km	5,09	5,16	seg/km	
Tempo de Viagem Car	48,94	4,43	seg/km	50,94	7,7	seg/km	
Velocidade Car	74,15	6,39	km/h	72,05	9,16	km/h	
Velocidade Harmônica Car	73,58	6,51	km/h	70,69	9,8	km/h	
Veículos Aguardando para Entrar Car	0	N/D	veícs	0	N/D	veícs	
Veículos Dentro Car	1135	N/D	veícs	1143	N/D	veícs	
Veículos Fora Car	7016	N/D	veícs	6799	N/D	veícs	
Veículos Perdidos Dentro Car	0	N/D	veícs	2	N/D	veícs	
Veículos Perdidos Fora Car	66	N/D	veícs	247	N/D	veícs	
Comprimento Médio de Fila Car	2,05	N/D	veícs	16,76	N/D	veícs	70 km/h
Densidade Car	10,38	N/D	veic/km	10,29	N/D	veic/km	
Distância Total Viajada Car	72207,77	N/D	km	69149,27	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car	4	N/D	veícs	9	N/D	veícs	
Fila Virtual Média Car	0,16	N/D	veícs	0,29	N/D	veícs	
Fluxo Car	6851	N/D	veic/h	6653	N/D	veic/h	
Número de Paradas Car	0,03	N/D	-	0,05	N/D	-	
Tempo Parado Car	0,11	0,51	seg/km	0,87	3,2	seg/km	
Tempo Total de Viagem Car	1130,27	N/D	h	1117,7	N/D	h	
Tempo de Atraso Car	3,2	2,03	seg/km	5,58	4,67	seg/km	
Tempo de Viagem Car	56,37	5,44	seg/km	58,33	8,19	seg/km	
Velocidade Car	64,45	5,89	km/h	62,82	7,86	km/h	
Velocidade Harmônica Car	63,88	6,01	km/h	61,73	8,2	km/h	
Veículos Aguardando para Entrar Car	0	N/D	veícs	0	N/D	veícs	
Veículos Dentro Car	1300	N/D	veícs	1289	N/D	veícs	
Veículos Fora Car	6851	N/D	veícs	6653	N/D	veícs	
Veículos Perdidos Dentro Car	1	N/D	veícs	1	N/D	veícs	
Veículos Perdidos Fora Car	20	N/D	veícs	145	N/D	veícs	

Resultados do limite de 90 km/h da 1ª Simulação: Matriz origem - destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão			
Comprimento Médio de Fila Car		1311.7	N/D	1298.88	N/D	1302.31	N/D	1396.59	N/D	1328.75	N/D	1287.44	N/D	1356.09	N/D	1293.14	N/D	1326.8	N/D	1312.3	N/D	1321.4	N/D	veics
Densidade Car		38.52	N/D	38.87	N/D	38.55	N/D	39.71	N/D	38.22	N/D	38.83	N/D	39.57	N/D	38.59	N/D	38.42	N/D	39.68	N/D	38.9	N/D	veic/km
Distância Total Viada Car		88149.3	N/D	88199.6	N/D	88106.7	N/D	88279.2	N/D	87716.9	N/D	89388	N/D	87381.8	N/D	89104.6	N/D	88366.4	N/D	88580.2	N/D	88327.3	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car		8826	N/D	8827	N/D	8683	N/D	9052	N/D	8838	N/D	8647	N/D	8886	N/D	8645	N/D	8757	N/D	9018	N/D	8817.9	N/D	veics
Fila Virtual Média Car		3642.09	N/D	3724.51	N/D	3658.76	N/D	3762.29	N/D	3611.46	N/D	3615.52	N/D	3624.87	N/D	3619.72	N/D	3690.41	N/D	3893.81	N/D	3684.34	N/D	veics
Fluxo Car		20687	N/D	20766	N/D	20771	N/D	20945	N/D	20771	N/D	20975	N/D	20661	N/D	21129	N/D	20914	N/D	20887	N/D	20850.6	N/D	veich
Número de Paradas Car		0.78	N/D	0.8	N/D	0.82	N/D	0.86	N/D	0.8	N/D	0.81	N/D	0.88	N/D	0.82	N/D	0.8	N/D	0.83	N/D	0.82	N/D	-
Tempo Parado Car		71.69	155.94	72.76	154.86	72.68	157.78	78.32	169.3	73.42	160.19	72.9	150.68	82.3	183.19	72.19	153.43	71.9	157.18	76.86	167.9	74.5	3.51	seg/km
Tempo Total de Viagem Car		3273.76	N/D	3343.68	N/D	3307.13	N/D	3363.79	N/D	3262.99	N/D	3363.06	N/D	3367.58	N/D	3313.6	N/D	3261.81	N/D	3418	N/D	3327.54	N/D	h
Tempo de Atraso Car		102.46	158.58	104.32	157.89	104	160.69	108.92	172.15	103.47	162.65	103.77	154.72	114.06	185.22	103.01	157.04	100.83	159.25	108.38	170.16	105.32	3.96	seg/km
Tempo de Viagem Car		150.47	159.61	152.33	158.78	151.99	161.58	157.07	173.29	157.58	163.71	151.71	155.63	162.13	186.7	151.2	158.09	148.94	160.3	156.42	171.16	153.39	3.96	seg/km
Velocidade Car		42.4	20.04	41.89	20.08	42.1	20.44	41.73	20.39	42.27	20.12	42.16	19.84	41.47	20.2	42.25	19.71	42.71	20.23	41.6	19.96	42.06	0.38	km/h
Velocidade Harmônica Car		29.12	19.66	28.89	19.38	28.8	19.57	28.51	19.41	28.59	19.78	29.81	19.18	28.09	19.39	29.68	19.32	29.31	19.82	28.93	19.15	28.96	19.47	km/h
Veículos Aquecendo para Entrar Car		8823	N/D	8827	N/D	8683	N/D	9052	N/D	8838	N/D	8647	N/D	8886	N/D	8645	N/D	8757	N/D	9018	N/D	8817.6	N/D	veics
Veículos Dentro Car		4301	N/D	4291	N/D	4212	N/D	4430	N/D	4232	N/D	4243	N/D	4384	N/D	4267	N/D	4305	N/D	4197	N/D	4286.2	N/D	veics
Veículos Fora Car		20887	N/D	20766	N/D	20771	N/D	20945	N/D	20771	N/D	20975	N/D	20661	N/D	21129	N/D	20914	N/D	20887	N/D	20850.6	N/D	veics
Veículos Perdidos Dentro Car		25	N/D	25	N/D	32	N/D	36	N/D	32	N/D	24	N/D	29	N/D	23	N/D	37	N/D	24	N/D	28.7	N/D	veics
Veículos Perdidos Fora Car		1674	N/D	1807	N/D	1750	N/D	1862	N/D	1780	N/D	1786	N/D	1794	N/D	1766	N/D	1804	N/D	1706	N/D	1772.9	N/D	veics

Resultados do limite de 85 km/h da 1ª Simulação: Matriz origem - destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car		1298.12	ND	1295.8	ND	1269.05	ND	1274.59	ND	1275.69	ND	1267.03	ND	1336.76	ND	1250.8	ND	1312.41	ND	1303.17	ND	1288.34	ND	veics
Densidade Car		40.12	ND	40.2	ND	39.25	ND	39.08	ND	39.55	ND	39.78	ND	39.8	ND	39.98	ND	40.6	ND	39.14	ND	39.65	ND	veic/km
Distância Total Viada Car		89448.4	ND	89785.5	ND	89084.8	ND	89775.6	ND	89754.8	ND	90300.2	ND	88238.2	ND	90051.2	ND	88408.7	ND	88866.9	ND	89371.4	ND	km
Fila Virtual Máxima Car		8578	ND	8502	ND	8414	ND	8494	ND	8226	ND	8517	ND	8649	ND	8300	ND	8870	ND	8427	ND	8507.7	ND	veics
Fila Virtual Média Car		3623.75	ND	3563.27	ND	3536.73	ND	3439.76	ND	3569.45	ND	3524.86	ND	3524.86	ND	3460.17	ND	3713.9	ND	3417.09	ND	3541.28	ND	veics
Fluxo Car		20986	ND	21073	ND	21163	ND	21116	ND	21045	ND	21242	ND	20882	ND	21240	ND	20956	ND	21024	ND	21072.7	ND	veich
Número de Paradas Car		0.85	ND	0.83	ND	0.79	ND	0.8	ND	0.81	ND	0.82	ND	0.82	ND	0.75	ND	0.83	ND	0.82	ND	0.81	ND	-
Tempo Parado Car		74.27	157.24	74	153.96	70.89	152.02	71.08	155.29	73.01	156.74	73.58	160.12	73.55	156.18	70.17	162.35	78.85	171.59	71.05	156.85	73.05	2.52	seg/km
Tempo Total de Viagem Car		3421.87	161.19	3468.64	ND	3392.66	ND	3385.97	ND	3447.77	ND	3470.62	ND	3427.34	ND	3368.37	ND	3476.02	ND	3350.63	ND	3420.99	ND	h
Tempo de Atraso Car		104.77	161.19	106.21	156.74	101.74	154.96	100.91	158.09	104	159.23	104.88	163.76	104.73	160.43	100.63	163.98	110.39	174.37	101.49	159.27	103.97	2.98	seg/km
Tempo de Viagem Car		155.03	162.07	156.44	157.67	152.03	155.73	151.2	158.9	154.22	160.11	155.16	164.64	155.04	161.32	150.87	164.84	160.72	175.45	151.8	160.12	154.25	2.98	seg/km
Velocidade Car		40.82	18.81	40.33	18.98	41.14	19	41.35	18.75	40.54	18.93	40.69	18.91	40.84	19.22	41.26	18.7	40.62	19.01	40.67	18.78	40.85	0.32	km/h
Velocidade Harmônica Car		28.95	18.54	28.34	18.43	28.97	18.78	29.18	18.85	28.54	18.51	28.85	18.49	28.32	18.83	29.2	18.77	28.05	18.78	28.67	18.7	28.7	18.67	km/h
Veículos Aquecendo para Entrar Car		8578	ND	8502	ND	8412	ND	8493	ND	8226	ND	8517	ND	8649	ND	8300	ND	8870	ND	8427	ND	8507.4	ND	veics
Veículos Dentro Car		4475	ND	4318	ND	4346	ND	4320	ND	4320	ND	4353	ND	4390	ND	4346	ND	4427	ND	4379	ND	4367.4	ND	veics
Veículos Fora Car		20986	ND	21073	ND	21163	ND	21116	ND	21045	ND	21242	ND	20882	ND	21240	ND	20956	ND	21024	ND	21072.7	ND	veics
Veículos Perdidos Dentro Car		29	ND	23	ND	24	ND	29	ND	19	ND	19	ND	17	ND	18	ND	29	ND	22	ND	22.9	ND	veics
Veículos Perdidos Fora Car		1496	ND	1456	ND	1379	ND	1384	ND	1496	ND	1452	ND	1451	ND	1483	ND	1480	ND	1493	ND	1457	ND	veics

Resultados do limite de 80 km/h da 1ª Simulação: Matriz origem - destino base																							
Dados de saída	1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo ANUSUN		Unidades
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	1301,31	N/D	1295,03	N/D	1316,15	N/D	1310,1	N/D	1295,01	N/D	1217,68	N/D	1346,97	N/D	1315,15	N/D	1334,42	N/D	1274,6	N/D	1300,64	N/D	veic/s
Densidade Car	40,78	N/D	40,7	N/D	39,91	N/D	39,33	N/D	40,38	N/D	38,37	N/D	40,42	N/D	40,74	N/D	40,56	N/D	40	N/D	40,12	N/D	veic/km
Distância Total Viajada Car	88726,4	N/D	89401,3	N/D	88772,8	N/D	89072,8	N/D	90208,8	N/D	89979	N/D	88456,5	N/D	89091,2	N/D	89464,2	N/D	90443,3	N/D	89361,6	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car	8908	N/D	8778	N/D	8592	N/D	8362	N/D	8646	N/D	8543	N/D	8682	N/D	8798	N/D	8601	N/D	8687	N/D	8659,7	N/D	veics
Fila Virtual Média Car	3778,96	N/D	3675,29	N/D	3567,55	N/D	3463,86	N/D	3590	N/D	3509,14	N/D	3659,67	N/D	3664,31	N/D	3556,45	N/D	3597,9	N/D	3606,31	N/D	veics
Fluxo Car	21061	N/D	20983	N/D	21019	N/D	21061	N/D	21261	N/D	21268	N/D	20949	N/D	21031	N/D	21093	N/D	21126	N/D	21085,2	N/D	veic/h
Número de Paradas Car	0,83	N/D	0,81	N/D	0,89	N/D	0,81	N/D	0,83	N/D	0,78	N/D	0,86	N/D	0,83	N/D	0,82	N/D	0,79	N/D	0,83	N/D	-
Tempo Parado Car	75,84	167,3	74,56	155,29	77,51	162,08	74,54	171,33	75,71	157,66	67,03	153,82	78,33	168,02	80,36	169,61	76,91	158,66	75,03	155,93	75,58	3,52	seg/km
Tempo Total de Viagem Car	3503,23	N/D	3481,61	N/D	3469,6	N/D	3401,34	N/D	3503,6	N/D	3345,75	N/D	3468,02	N/D	3545,24	N/D	3513,75	N/D	3498,88	N/D	3473,1	N/D	h
Tempo de Atraso Car	107,51	170,13	105,12	159,2	107,4	165,61	103,79	172,79	106,36	161,36	95,85	155,78	108,24	171,2	111,02	172,07	107,75	160,67	105,05	158,72	105,81	4,04	seg/km
Tempo de Viagem Car	159,26	170,95	156,73	160,07	159,07	166,54	155,45	173,75	158,06	162,29	147,44	156,5	159,94	172,18	162,67	173,08	159,47	161,61	156,67	159,59	157,48	4,07	seg/km
Velocidade Car	39,93	18,31	40,2	18,34	40,07	18,79	40,35	18,51	40,09	18,43	41,29	18,35	40,22	18,56	40,06	18,6	39,7	18,69	40,23	18,65	40,21	0,42	km/h
Velocidade Harmônica Car	28,32	18,13	28,76	18,13	27,98	18,39	27,97	18,61	28,22	18,3	29,44	18,67	28,09	18,46	27,7	18,5	27,76	18,21	28,41	18,32	28,26	18,38	km/h
Veículos Aguardando para Entrar Car	8908	N/D	8778	N/D	8592	N/D	8362	N/D	8646	N/D	8543	N/D	8682	N/D	8798	N/D	8601	N/D	8687	N/D	8659,7	N/D	veics
Veículos Dentro Car	4425	N/D	4466	N/D	4397	N/D	4300	N/D	4395	N/D	4189	N/D	4465	N/D	4331	N/D	4440	N/D	4226	N/D	4363,4	N/D	veics
Veículos Fora Car	21061	N/D	20983	N/D	21019	N/D	21061	N/D	21261	N/D	21268	N/D	20949	N/D	21031	N/D	21093	N/D	21126	N/D	21085,2	N/D	veics
Veículos Perdidos Dentro Car	18	N/D	21	N/D	23	N/D	26	N/D	23	N/D	23	N/D	36	N/D	25	N/D	25	N/D	20	N/D	24	N/D	veics
Veículos Perdidos Fora Car	1443	N/D	1406	N/D	1406	N/D	1512	N/D	1445	N/D	1434	N/D	1490	N/D	1337	N/D	1405	N/D	1414	N/D	1429,7	N/D	veics

Dados de saída		Resultados do limite de 75 km/h da 1ª Simulação: Matriz origem - destino base																		Média dada pelo AMSUN		Unidades	
		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração					
Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão		
Comprimento Médio de Fila Car	1298,15	N/D	1290,91	N/D	1325,27	N/D	1264,02	N/D	1244,49	N/D	1281,15	N/D	1242,31	N/D	1325,07	N/D	1333,7	N/D	1280,27	N/D	1288,53	N/D	
Densidade Car	42,37	N/D	40,5	N/D	41,95	N/D	40,44	N/D	41,24	N/D	41,27	N/D	40,87	N/D	41,38	N/D	42,1	N/D	41,29	N/D	41,34	N/D	
Distância Total Viajada Car	90295,5	N/D	88303,4	N/D	90121,6	N/D	89751,1	N/D	90615,3	N/D	89874,6	N/D	90081,2	N/D	88439,8	N/D	88392,7	N/D	90072,8	N/D	89594,8	N/D	
Fila Virtual Máxima Car	8434	N/D	8219	N/D	8525	N/D	8041	N/D	7911	N/D	8109	N/D	8008	N/D	8294	N/D	8568	N/D	8262	N/D	8237,1	N/D	
Fila Virtual Média Car	3477,9	N/D	3304,85	N/D	3526,62	N/D	3295,99	N/D	3303,81	N/D	3240,77	N/D	3288,5	N/D	3362,35	N/D	3448,68	N/D	3350,01	N/D	3359,95	N/D	
Fluxo Car	21327	N/D	21020	N/D	21320	N/D	21240	N/D	21534	N/D	21314	N/D	21320	N/D	20850	N/D	21030	N/D	21249	N/D	21220,4	N/D	
Número de Paradas Car	0,92	N/D	0,82	N/D	0,83	N/D	0,81	N/D	0,83	N/D	0,86	N/D	0,83	N/D	0,82	N/D	0,87	N/D	0,82	N/D	0,84	N/D	
Tempo Parado Car	80,63	161,99	71,73	153,06	77,48	162,29	69,85	153,98	72,44	157,25	75,35	153,45	71,48	148,54	76,24	167,22	75,41	155,12	69,24	146,09	73,99		
Tempo Total de Viagem Car	3736,67	N/D	3468,9	N/D	3648,03	N/D	3489,28	N/D	3584,75	N/D	3595,01	N/D	3538,97	N/D	3499,04	N/D	3586,96	N/D	3556,86	N/D	3570,45	N/D	
Tempo de Atraso Car	112,72	165,81	102,05	156,93	107,73	165,47	99,6	156,75	103,53	160,48	105,85	157,87	101,75	152,33	106,46	169,81	107,2	157,63	99,97	149,59	104,69		
Tempo de Viagem Car	167,54	166,6	156,87	157,68	162,6	166,29	154,44	157,46	158,32	161,26	160,74	158,61	156,53	153,06	161,28	170,76	162,07	158,43	154,89	150,21	159,53		
Velocidade Car	37,5	17,18	39,09	17,3	38,79	17,17	38,83	16,83	38,84	17,09	38,62	17,06	39	17,07	38,82	17,22	38,16	17,17	38,56	17,01	38,62		
Velocidade Harmônica Car	27,09	16,79	28,09	17,58	27,54	17,6	28,01	17,41	27,98	17,43	28,02	17,24	28,4	17,35	27,39	17,69	27,25	17,24	27,97	17,21	17,36		
Veículos Aguardando para Entrar Car	8434	N/D	8219	N/D	8525	N/D	8041	N/D	7911	N/D	8109	N/D	8008	N/D	8294	N/D	8568	N/D	8258	N/D	8236,7	N/D	
Veículos Dentro Car	4409	N/D	4534	N/D	4384	N/D	4501	N/D	4426	N/D	4357	N/D	4485	N/D	4615	N/D	4570	N/D	4563	N/D	4484,4	N/D	
Veículos Fora Car	21327	N/D	21020	N/D	21320	N/D	21240	N/D	21534	N/D	21314	N/D	21320	N/D	20850	N/D	21030	N/D	21249	N/D	21220,4	N/D	
Veículos Perdidos Dentro Car	21	N/D	21	N/D	18	N/D	14	N/D	26	N/D	23	N/D	17	N/D	20	N/D	22	N/D	18	N/D	20	N/D	
Veículos Perdidos Fora Car	1164	N/D	1245	N/D	1182	N/D	1204	N/D	1223	N/D	1180	N/D	1196	N/D	1136	N/D	1183	N/D	1128	N/D	1184,1	N/D	

Resultados do limite de 70 km/h da 1ª Simulação: Matriz origem- destino base																							
Dados de saída	1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	1321,55	N/D	1272,49	N/D	1277,5	N/D	1308,54	N/D	1317,81	N/D	1268,41	N/D	1316,68	N/D	1284,74	N/D	1291,84	N/D	1337,77	N/D	1299,73	N/D	veics
Densidade Car	42,54	N/D	40,46	N/D	41,75	N/D	41,25	N/D	42,22	N/D	41,5	N/D	41,99	N/D	41,99	N/D	41,24	N/D	41,81	N/D	41,68	N/D	veic/km
Distância Total Viçada Car	89465,1	N/D	89057,8	N/D	88513,2	N/D	90043,6	N/D	88440,3	N/D	88991,9	N/D	89216	N/D	90205,6	N/D	90283,1	N/D	87818,6	N/D	88303,5	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car	8570	N/D	7874	N/D	8410	N/D	8368	N/D	8587	N/D	8327	N/D	8246	N/D	8164	N/D	8588	N/D	8698	N/D	8383,2	N/D	veics
Fila Virtual Média Car	3537,76	N/D	3211,96	N/D	3439,42	N/D	3448,73	N/D	3471,67	N/D	3420,65	N/D	3440,47	N/D	3369,03	N/D	3482,59	N/D	3584,56	N/D	3440,68	N/D	veics
Fluxo Car	21203	N/D	21152	N/D	20994	N/D	21143	N/D	21101	N/D	21249	N/D	21111	N/D	21282	N/D	21273	N/D	20801	N/D	21130,9	N/D	veich
Número de Paradas Car	0,83	N/D	0,84	N/D	0,82	N/D	0,84	N/D	0,87	N/D	0,84	N/D	0,82	N/D	0,88	N/D	0,84	N/D	0,87	N/D	0,85	N/D	-
Tempo Parado Car	77,74	162,16	68,82	148,79	74,74	157,43	71,77	150,04	78,54	157,21	75,56	149,13	75,12	159,92	75,06	152,3	71,14	151,4	76,34	162,59	74,48	3,04	seg/km
Tempo Total de Viagem Car	3639,53	N/D	3472,53	N/D	3575,74	N/D	3555,04	N/D	3628,79	N/D	3612,46	N/D	3619,35	N/D	3662,11	N/D	3572,59	N/D	3570,5	N/D	3590,86	N/D	h
Tempo de Atraso Car	107,97	165,57	97,92	151,8	104,3	160,61	99,74	153,07	108,66	160,82	104,5	153,16	104,92	162,64	106,18	155,79	99,9	154,27	106,32	165,94	104,04	3,66	seg/km
Tempo de Viagem Car	164,68	166,28	154,65	152,36	161,03	161,2	156,31	153,69	165,41	161,53	161,15	153,82	161,71	163,25	162,84	156,48	156,5	154,76	163,05	166,56	160,73	3,7	seg/km
Velocidade Car	38,01	16,76	38,43	16,4	38,47	16,62	38,31	16,61	37,68	16,79	38,25	16,77	38,04	16,78	37,47	16,56	38,33	16,45	37,96	16,79	38,1	0,33	km/h
Velocidade Harmônica Car	27,5	17,01	28,22	16,98	27,97	17,14	27,79	17,1	26,94	17,01	27,83	17,02	27,25	17,15	27,3	16,66	28,3	16,85	26,97	17,21	27,6	17,02	km/h
Veículos Ajustando para Entrar Car	8570	N/D	7870	N/D	8410	N/D	8368	N/D	8587	N/D	8327	N/D	8246	N/D	8164	N/D	8587	N/D	8698	N/D	8382,7	N/D	veics
Veículos Dentro Car	4566	N/D	4583	N/D	4560	N/D	4542	N/D	4616	N/D	4566	N/D	4581	N/D	4496	N/D	4487	N/D	4565	N/D	4558,2	N/D	veics
Veículos Fora Car	21203	N/D	21152	N/D	20994	N/D	21143	N/D	21101	N/D	21249	N/D	21111	N/D	21282	N/D	21273	N/D	20801	N/D	21130,9	N/D	veics
Veículos Perdidos Dentro Car	24	N/D	18	N/D	25	N/D	28	N/D	13	N/D	22	N/D	21	N/D	18	N/D	19	N/D	25	N/D	21,3	N/D	veics
Veículos Perdidos Fora Car	1239	N/D	1103	N/D	1131	N/D	1127	N/D	1181	N/D	1162	N/D	1113	N/D	1114	N/D	1114	N/D	1129	N/D	1141,3	N/D	veics

Resultados do limite de 65 km/h da 1ª Simulação: Matriz origem - destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	1251,75	ND	1266,93	ND	1224,63	ND	1328,87	ND	1278,26	ND	1335,12	ND	1243,53	ND	1298,03	ND	1235,35	ND	1268,5	ND	1273,1	ND	veics	
Densidade Car	41,86	ND	41,98	ND	41,22	ND	42,6	ND	41,59	ND	42,14	ND	41,34	ND	41,96	ND	41,49	ND	41,14	ND	41,73	ND	veic/km	
Distância Total Viçada Car	90052,3	ND	89264,5	ND	89623,6	ND	89017,2	ND	89041,5	ND	88645,5	ND	89485,8	ND	88920,2	ND	90244,2	ND	89547,3	ND	88394,2	ND	km	
Fila Virtual Máxima Car	8065	ND	8480	ND	8309	ND	8542	ND	8601	ND	8464	ND	8359	ND	8321	ND	8211	ND	8241	ND	8349,3	ND	veics	
Fila Virtual Média Car	3318,51	ND	3426,98	ND	3370,26	ND	3488,46	ND	3420,86	ND	3501,68	ND	3413,61	ND	3429,31	ND	3404,84	ND	3299,12	ND	3406,46	ND	veics	
Fluxo Car	21358	ND	21261	ND	21281	ND	21188	ND	21136	ND	21005	ND	21199	ND	21152	ND	21358	ND	21166	ND	21210,4	ND	veich	
Número de Paradas Car	0,84	ND	0,85	ND	0,81	ND	0,9	ND	0,83	ND	0,87	ND	0,84	ND	0,86	ND	0,83	ND	0,83	ND	0,85	ND	-	
Tempo Parado Car	71,85	150,59	75,12	150,58	73,61	154,68	76,1	155,67	75,42	163,69	76,07	154,4	71,46	150,97	75,68	156,99	71,2	146,12	69,23	147,55	73,57	2,47	seg/km	
Tempo Total de Viagem Car	3605,57	ND	3683,97	ND	3636,97	ND	3657,18	ND	3610,83	ND	3625,19	ND	3585,44	ND	3619,05	ND	3630,16	ND	3558,79	ND	3618,32	ND	h	
Tempo de Atraso Car	101,14	154,76	104,27	154,62	102,51	157,5	105,36	155,36	103,61	166,94	105,43	156,97	100,98	155,39	104,57	160,77	99,48	150,53	98,22	150,58	102,52	2,55	seg/km	
Tempo de Viagem Car	159,86	155,3	162,96	155,15	161,14	158,06	164,02	159,87	162,42	167,57	164,15	157,58	159,23	165,96	163,24	161,33	158,21	150,92	156,91	151,05	161,21	2,55	seg/km	
Velocidade Car	37,42	15,9	37,27	16,14	37,59	16,12	37,33	16,16	37,61	16,11	36,99	16,23	37,35	15,87	37,48	16,13	37,78	16,14	37,53	16	37,43	0,22	km/h	
Velocidade Harmônica Car	27,55	16,49	27,35	16,48	27,42	16,7	27,31	16,54	27,13	16,86	26,92	16,47	27,45	16,48	27,4	16,62	27,87	16,62	27,52	16,6	27,39	16,59	km/h	
Veículos Ajustando para Entrar Car	8065	ND	8478	ND	8309	ND	8542	ND	8601	ND	8464	ND	8359	ND	8321	ND	8211	ND	8241	ND	8349,1	ND	veics	
Veículos Dentro Car	4584	ND	4510	ND	4353	ND	4599	ND	4467	ND	4618	ND	4489	ND	4403	ND	4458	ND	4522	ND	4520,3	ND	veics	
Veículos Fora Car	21358	ND	21261	ND	21281	ND	21188	ND	21136	ND	21005	ND	21199	ND	21152	ND	21358	ND	21166	ND	21210,4	ND	veics	
Veículos Perdidos Dentro Car	22	ND	22	ND	15	ND	20	ND	16	ND	20	ND	14	ND	19	ND	27	ND	18	ND	19,3	ND	veics	
Veículos Perdidos Fora Car	1104	ND	1180	ND	1083	ND	1138	ND	1102	ND	1150	ND	1127	ND	1118	ND	1077	ND	1084	ND	1116,3	ND	veics	

Resultados do limite de 60 km/h da 1ª Simulação: Matriz origem - destino base																										
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades		
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão			
Comprimento Médio de Fila Car		1290,59	N/D	1313,52	N/D	1330,32	N/D	1236,7	N/D	1236,7	N/D	1296,36	N/D	1327,81	N/D	1345,77	N/D	1283,19	N/D	1310,93	N/D	1287,71	N/D	1302,29	N/D	veics
Densidade Car		42,26	N/D	42,07	N/D	42,05	N/D	42,13	N/D	42,13	N/D	42,92	N/D	42,53	N/D	41,88	N/D	42,29	N/D	42,48	N/D	42,09	N/D	42,27	N/D	veic/km
Distância Total Viada Car		88383,7	N/D	88791,4	N/D	87871,2	N/D	89306,9	N/D	89306,9	N/D	87918,3	N/D	89515,7	N/D	88106,6	N/D	88863,3	N/D	88639,1	N/D	87826,5	N/D	88522,3	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car		8423	N/D	8319	N/D	8397	N/D	8322	N/D	8322	N/D	8241	N/D	8767	N/D	8394	N/D	8574	N/D	8508	N/D	8424	N/D	8436,9	N/D	veics
Fila Virtual Média Car		3457,65	N/D	3378,48	N/D	3421,22	N/D	3401,05	N/D	3401,05	N/D	3371,92	N/D	3534,72	N/D	3356,21	N/D	3521,54	N/D	3447,85	N/D	3485,75	N/D	3437,64	N/D	veics
Fluxo Car		20875	N/D	21237	N/D	20949	N/D	21057	N/D	21057	N/D	20885	N/D	21042	N/D	20976	N/D	21074	N/D	20926	N/D	20755	N/D	20977,6	N/D	veic/h
Número de Paradas Car		0,88	N/D	0,87	N/D	0,83	N/D	0,84	N/D	0,84	N/D	0,9	N/D	0,89	N/D	0,86	N/D	0,84	N/D	0,87	N/D	0,85	N/D	0,86	N/D	-
Tempo Parado Car		74,86	164,35	71,37	154,1	72,99	154,86	75,1	157,48	77,28	156,99	75,58	156,21	73,18	160,72	75,78	157,32	74,39	150,9	73,96	158,33	74,45	1,67	seg/km		
Tempo Total de Viagem Car		3587,28	N/D	3566,48	N/D	3527,3	N/D	3640,14	N/D	3640,14	N/D	3645,6	N/D	3691,48	N/D	3581,1	N/D	3684,08	N/D	3621,44	N/D	3588,66	N/D	3611,35	N/D	h
Tempo de Atraso Car		102,9	168,02	99,67	156,93	100,13	156,61	103,04	162,14	106,76	160,94	104,06	159,18	101,05	163,31	103,98	161,28	102,41	155,5	102,18	162,31	102,62	2,08	seg/km		
Tempo de Viagem Car		163,81	168,51	160,54	157,33	161,06	157,11	163,9	162,62	167,68	161,43	164,9	159,61	161,98	163,68	164,87	161,67	163,31	155,94	163	162,78	163,5	2,08	seg/km		
Velocidade Car		36,8	15,52	36,69	15,33	36,81	15,52	36,94	15,47	36,12	15,49	36,2	15,69	36,75	15,57	36,87	15,55	36,91	15,56	36,74	15,57	36,68	0,29	km/h		
Velocidade Harmônica Car		26,98	16,27	27,1	16,12	26,84	16,36	27,19	16,29	26,48	15,97	26,22	16,18	26,59	16,44	26,93	16,36	26,88	16,42	27,08	16,18	26,83	16,26	km/h		
Veículos Aguardando para Entrar Car		8423	N/D	8319	N/D	8397	N/D	8322	N/D	8322	N/D	8240	N/D	8767	N/D	8394	N/D	8574	N/D	8508	N/D	8424	N/D	8436,8	N/D	veics
Veículos Dentro Car		4753	N/D	4679	N/D	4821	N/D	4590	N/D	4706	N/D	4706	N/D	4534	N/D	4678	N/D	4494	N/D	4658	N/D	4747	N/D	4666	N/D	veics
Veículos Fora Car		20875	N/D	21237	N/D	20949	N/D	21057	N/D	21057	N/D	20885	N/D	21042	N/D	20976	N/D	21074	N/D	20926	N/D	20755	N/D	20977,6	N/D	veics
Veículos Perdidos Dentro Car		33	N/D	17	N/D	14	N/D	23	N/D	18	N/D	18	N/D	15	N/D	20	N/D	22	N/D	13	N/D	32	N/D	20,7	N/D	veics
Veículos Perdidos Fora Car		1091	N/D	1186	N/D	1076	N/D	1100	N/D	1100	N/D	1102	N/D	1104	N/D	1096	N/D	1077	N/D	1040	N/D	101	N/D	1097,3	N/D	veics

Resultados da concentração para a 1ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida								
Secção		Concentração (veic/km)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	91,03	91,59	92,38	94,60	94,94	94,01	93,45
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	89,01	89,95	90,54	94,00	94,44	94,59	93,55
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	88,35	89,22	90,20	92,36	92,26	92,71	93,99
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	38,97	42,30	43,14	48,05	48,88	48,77	50,23
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	16,90	18,52	19,10	21,18	21,71	22,41	22,86
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	14,31	15,71	16,41	17,82	18,37	19,21	19,66
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	26,02	24,46	24,67	23,48	23,89	24,92	25,47
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	22,44	23,88	24,65	26,98	27,48	28,51	29,06
Norte Shopping - Av. Boavista ponte	N.Shopping-Boav.Poente	15,67	16,97	17,40	19,42	19,93	20,66	21,37
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	22,52	22,04	22,44	23,37	23,83	24,31	24,49
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	20,45	20,34	22,15	20,48	21,74	23,07	23,77

Resultados do débito na 1ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida								
Secção		Débito (veic/h)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	5106,30	5121,40	5136,30	5112,10	5101,40	5115,90	5119,70
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	4547,30	4562,50	4558,10	4549,30	4537,80	4550,20	4538,30
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	5142,20	5192,20	5194,00	5147,80	5167,60	5181,90	5123,80
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	5210,20	5245,00	5267,60	5207,80	5212,20	5217,20	5174,10
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	5078,90	5099,60	5119,00	5076,20	5082,20	5082,60	5027,80
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	4587,40	4555,70	4581,60	4474,70	4472,60	4481,80	4436,60
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	4963,50	4929,70	4959,60	4820,20	4817,60	4833,40	4773,10
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	4453,30	4442,90	4472,80	4461,80	4427,00	4456,20	4399,90
Norte Shopping - Av. Boavista ponte	N.Shopping-Boav.Poente	4752,50	4739,90	4735,50	4723,80	4711,10	4714,00	4693,00
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	4205,20	4237,10	4241,80	4253,40	4242,10	4252,80	4232,50
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	3245,10	3267,30	3285,30	3278,10	3283,60	3273,70	3250,70

Resultados do tempo de viagem na 1ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida								
Secção		Tempo de viagem (min/km)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	0,74	0,74	0,75	0,77	0,78	0,77	0,76
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	2,93	2,95	2,97	3,09	3,11	3,10	3,08
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	1,11	1,11	1,12	1,16	1,16	1,16	1,18
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	0,62	0,67	0,68	0,76	0,77	0,77	0,80
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	0,24	0,26	0,27	0,30	0,31	0,32	0,33
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	0,11	0,12	0,12	0,14	0,14	0,15	0,15
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	1,17	1,25	1,28	1,40	1,44	1,48	1,53
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	0,17	0,18	0,19	0,21	0,21	0,22	0,23
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	0,34	0,33	0,33	0,35	0,35	0,36	0,36
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	0,70	0,69	0,75	0,70	0,74	0,79	0,81

Resultados da velocidade média na 1ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida								
Secção		Velocidade média (km/h)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	38,04	36,03	35,01	32,10	31,10	30,38	29,32
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	29,24	28,56	27,54	25,36	24,65	24,82	24,91
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	24,71	23,67	23,91	22,95	22,42	22,30	22,16
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	48,10	44,50	43,78	38,80	38,08	38,00	36,66
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	76,66	70,59	68,57	61,85	59,99	57,98	55,99
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	81,19	74,05	71,33	64,53	62,17	59,49	57,23
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	62,07	61,11	59,71	57,61	55,72	53,43	51,33
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	71,71	66,71	64,60	58,37	56,67	54,63	52,68
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	77,83	71,92	69,75	62,74	60,65	58,33	55,92
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	60,93	60,37	59,05	55,72	54,20	52,84	51,54
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	68,28	64,28	61,51	57,61	55,32	52,86	50,79

Resultados da concentração para a 1ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo								
Secção		Concentração (veic/km)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	72,80	75,89	76,11	78,23	77,97	80,23	79,89
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	68,30	70,24	71,06	73,57	74,24	75,27	75,56
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	18,49	20,07	20,43	22,55	23,17	23,44	24,43
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	16,32	17,51	18,17	19,89	20,12	20,78	21,78
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	11,82	12,96	13,34	15,35	15,77	16,22	17,04
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	9,16	10,29	10,56	12,09	12,63	13,05	13,68
A3 Braga - Antas	A3-Antas	15,92	18,76	18,98	31,25	29,70	29,61	43,33
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	9,48	10,76	11,20	12,89	13,32	13,88	14,20
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	6,42	7,34	7,61	8,86	9,24	9,75	9,92
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	5,39	6,22	6,38	7,30	7,45	7,79	7,75

Resultados do débito na 1ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo								
Secção		Débito (veic/h)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	4968,70	4930,50	4918,50	4846,10	4852,90	4817,90	4833,10
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	4816,70	4768,30	4770,30	4702,50	4697,10	4645,30	4665,90
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	3468,70	3557,60	3549,20	3637,70	3635,80	3606,80	3635,60
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	3682,20	3817,80	3807,10	3968,60	3913,80	3911,80	3941,60
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	3622,20	3755,50	3731,20	3888,80	3856,30	3845,60	3887,80
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	3738,60	3856,30	3847,60	3964,60	3972,10	3949,10	3965,10
A3 Braga - Antas	A3-Antas	3536,20	3726,60	3729,30	3929,70	3934,60	3945,70	3858,20
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	3036,60	3202,60	3206,50	3374,10	3363,80	3378,50	3319,20
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	2189,30	2307,80	2294,50	2432,60	2432,80	2447,10	2372,10
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	1986,30	2093,50	2093,20	2221,80	2208,80	2236,60	2171,50

Resultados do tempo de viagem na 1ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo								
Secção		Tempo de viagem (min/km)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	1,22	1,28	1,29	1,35	1,34	1,39	1,38
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	1,64	1,71	1,72	1,81	1,83	1,87	1,87
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	0,93	0,98	1,00	1,08	1,11	1,13	1,17
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15
A3 Braga - Antas	A3-Antas	0,35	0,39	0,40	0,61	0,58	0,58	0,86
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	0,11	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	0,45	0,49	0,51	0,56	0,58	0,61	0,64
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16

Resultados da velocidade média na 1ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo								
Secção		Velocidade média (km/h)						
		90 km/h	85 km/h	80 km/h	75 km/h	70 km/h	65 km/h	60 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	36,92	32,68	32,54	29,67	29,29	28,02	27,66
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	27,23	26,04	25,84	24,34	24,10	23,52	23,37
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	70,41	64,43	62,88	56,93	55,03	53,43	51,46
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	67,56	64,11	61,82	57,98	55,90	53,80	51,51
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	80,14	75,01	72,33	65,79	63,31	60,79	58,16
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	82,93	76,68	74,14	67,34	64,52	61,74	58,81
A3 Braga - Antas	A3-Antas	77,37	70,54	68,69	53,80	54,27	53,64	43,72
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	80,89	75,50	72,65	66,79	64,29	61,74	59,08
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	86,39	80,06	76,64	70,23	67,14	63,85	60,63
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	76,76	70,91	68,37	63,48	61,47	59,21	57,29

Resultados do limite de 90 km/h da 2ª Simulação: 120% da Matriz origem - destino base																							
Dados de saída	1ª Iteração		2ª Iteração		3ª Iteração		4ª Iteração		5ª Iteração		6ª Iteração		7ª Iteração		8ª Iteração		9ª Iteração		10ª Iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	1655.89	ND	1630.72	ND	1589.76	ND	1590.07	ND	1609.27	ND	1593.65	ND	1588.08	ND	1577.98	ND	1591.05	ND	1606.97	ND	1603.34	ND	veics
Densidade Car	49.17	ND	49.78	ND	49.11	ND	48.64	ND	49.56	ND	48.9	ND	47.71	ND	48.35	ND	48.6	ND	48.45	ND	48.83	ND	veic/km
Distância Total Viajada Car	88521.2	ND	89554	ND	89316.4	ND	90229.1	ND	89666.9	ND	90083.6	ND	90723.7	ND	90485.1	ND	90190.2	ND	89264.7	ND	89803.5	ND	km
Fila Virtual Máxima Car	1404.9	ND	14490	ND	14652	ND	14427	ND	14366	ND	14288	ND	14194	ND	14382	ND	14242	ND	14211	ND	14330.1	ND	veics
Fila Virtual Média Car	6112.31	ND	6222.43	ND	6343.02	ND	6262.28	ND	6155.17	ND	6051.31	ND	6072.8	ND	6235.11	ND	6062.19	ND	6027.3	ND	6154.39	ND	veics
Fluxo Car	21583	ND	21775	ND	21559	ND	21828	ND	21743	ND	21749	ND	22014	ND	21816	ND	21916	ND	21697	ND	21768	ND	veich
Numero de Paradas Car	1.02	ND	0.93	ND	0.94	ND	0.93	ND	0.99	ND	0.99	ND	0.92	ND	0.95	ND	0.97	ND	0.96	ND	0.96	ND	-
Tempo Parado Car	123.12	247.32	116.18	237.21	116.55	241.2	112.13	228.83	118.48	236.7	114.99	231.26	109.66	228.63	109.43	210.37	116.65	231.22	116.04	242.4	115.32	4.12	seg/km
Tempo Total de Viagem Car	4006.4	ND	4046.43	ND	4019.56	ND	4038.27	ND	4076.62	ND	4054.05	ND	3958.56	ND	4027.43	ND	4055.41	ND	3977.87	ND	4025.96	ND	h
Tempo de Atraso Car	155.95	249.98	151.21	239.72	152.19	243.94	146.62	230.9	153.18	240.16	150.19	233.76	142.91	230.77	144.31	214.2	149.94	234.15	150.52	244.82	149.7	4.02	seg/km
Tempo de Viagem Car	204.42	251.94	199.58	241.4	200.43	245.78	195.01	232.54	201.59	241.95	198.54	235.48	191.35	232.41	192.73	215.8	198.36	235.84	199.03	246.67	198.1	4.01	seg/km
Velocidade Car	39.99	20.76	39.74	20.48	39.59	20.38	39.65	20.27	39.63	20.78	39.56	20.59	40.56	20.7	39.61	20.51	39.94	20.76	39.61	20.67	39.79	0.31	km/h
Velocidade Harmônica Car	25.37	19.26	25.26	19.12	25.56	18.94	25.81	18.9	25.4	19.01	25.43	18.96	26.21	19.39	25.81	18.87	25.9	19.07	25.24	19.05	25.6	19.06	veics
Veículos Aquecendo para Entrar Car	1404.9	ND	14488	ND	14652	ND	14427	ND	14366	ND	14288	ND	14194	ND	14382	ND	14242	ND	14211	ND	14329.8	ND	veics
Veículos Dentro Car	4931	ND	4925	ND	4854	ND	4663	ND	4805	ND	4658	ND	4626	ND	4647	ND	4658	ND	4741	ND	4750.8	ND	veics
Veículos Fora Car	21583	ND	21775	ND	21559	ND	21828	ND	21743	ND	21749	ND	22014	ND	21816	ND	21916	ND	21697	ND	21768	ND	veics
Veículos Perdidos Dentro Car	31	ND	26	ND	28	ND	18	ND	29	ND	32	ND	33	ND	30	ND	25	ND	32	ND	28.4	ND	veics
Veículos Perdidos Fora Car	2019	ND	2049	ND	2018	ND	1998	ND	2133	ND	2008	ND	2125	ND	1978	ND	2064	ND	2112	ND	2050.4	ND	veics

Resultados do limite de 80 km/h da 2ª Simulação: 120% da Matriz origem - destino base																										
Dados de saída				1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	1625.38	N/D	1574.64	N/D	1644.38	N/D	1590.38	N/D	1570.3	N/D	1587.01	N/D	1561.57	N/D	1579.48	N/D	1595.85	N/D	1611.2	N/D	1594.02	N/D	50	N/D	veics	
Densidade Car	51.11	N/D	50.39	N/D	50.42	N/D	49.8	N/D	49.74	N/D	49.5	N/D	49.3	N/D	49.7	N/D	49.35	N/D	50.69	N/D	50	N/D	50.69	N/D	veic/km	
Distância Total Viajada Car	90760.3	N/D	90923.6	N/D	89308.1	N/D	90692.8	N/D	90760.8	N/D	91140.9	N/D	91362.8	N/D	89602.5	N/D	89220.5	N/D	91355.2	N/D	90522.8	N/D	90522.8	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car	14247	N/D	14066	N/D	13985	N/D	14075	N/D	14230	N/D	14268	N/D	13704	N/D	13859	N/D	14257	N/D	13856	N/D	14064.7	N/D	14064.7	N/D	veics	
Fila Virtual Média Car	6144.12	N/D	6081.83	N/D	6035.12	N/D	5967.19	N/D	6042.92	N/D	6047.63	N/D	5818.07	N/D	5896.93	N/D	6085.35	N/D	6040.01	N/D	6040.01	N/D	6014.92	N/D	veics	
Fluxo Car	22015	N/D	21887	N/D	21636	N/D	21779	N/D	21847	N/D	21871	N/D	22034	N/D	21802	N/D	21729	N/D	22027	N/D	21852.7	N/D	21852.7	N/D	veich	
Numero de Paradas Car	1.05	N/D	0.98	N/D	0.99	N/D	0.96	N/D	0.97	N/D	0.94	N/D	0.93	N/D	0.98	N/D	0.97	N/D	1.03	N/D	0.99	N/D	0.99	N/D	veic/h	
Tempo Parado Car	121.12	235.79	112.69	220.42	119.57	255.6	112.41	223.01	111.36	227.28	108.65	221.9	109.84	210.99	113.56	222.36	108.67	216.1	113.59	216.78	113.14	4.22	4.22	seg/km		
Tempo Total de Viagem Car	4283.05	N/D	4241.1	N/D	4150.04	N/D	4128.69	N/D	4126.68	N/D	4094.45	N/D	4127.64	N/D	4103.51	N/D	4042.59	N/D	4205.09	N/D	4150.28	N/D	4150.28	N/D	h	
Tempo de Atraso Car	155.49	238.72	147.98	225.03	154.33	257.15	146.9	225.78	145.45	229.87	142.84	224.26	143.79	213.81	148.02	225.65	142.93	219.77	148.47	220.28	147.62	4.38	4.38	seg/km		
Tempo de Viagem Car	207.5	240.17	199.93	226.22	206.28	258.54	198.84	227.13	197.49	231.2	194.73	225.63	195.75	215.28	200.03	227.06	194.92	221.09	200.48	221.72	199.59	4.39	4.39	seg/km		
Velocidade Car	37.42	18.88	37.59	19.04	37.61	18.83	37.81	18.79	38.04	18.92	38.01	18.63	37.84	18.83	37.88	18.82	38.1	18.85	37.68	18.9	37.8	0.22	0.22	km/h		
Velocidade Harmônica Car	24.52	17.78	25.22	17.66	24.43	17.95	24.85	17.94	25.28	17.96	25.31	17.93	25.2	17.85	25.16	17.89	25.27	18	24.77	17.88	25	17.89	17.89	km/h		
Veículos Aquecendo para Entrar Car	14247	N/D	14066	N/D	13985	N/D	14075	N/D	14230	N/D	14268	N/D	13704	N/D	13859	N/D	14257	N/D	13856	N/D	14064.7	N/D	14064.7	N/D	veics	
Veículos Dentro Car	4775	N/D	4748	N/D	4986	N/D	4912	N/D	4841	N/D	4822	N/D	4800	N/D	4892	N/D	4927	N/D	4867	N/D	4857	N/D	4857	N/D	veics	
Veículos Fora Car	22015	N/D	21887	N/D	21636	N/D	21779	N/D	21847	N/D	21871	N/D	22034	N/D	21802	N/D	21729	N/D	22027	N/D	21852.7	N/D	21852.7	N/D	veics	
Veículos Perdidos Dentro Car	21	N/D	37	N/D	23	N/D	25	N/D	24	N/D	19	N/D	25	N/D	24	N/D	25	N/D	22	N/D	24.5	N/D	24.5	N/D	veics	
Veículos Perdidos Fora Car	1683	N/D	1604	N/D	1516	N/D	1589	N/D	1626	N/D	1588	N/D	1641	N/D	1610	N/D	1631	N/D	1710	N/D	1619.8	N/D	1619.8	N/D	veics	

Dados de saída		Resultados do limite de 70 km/h da 2ª Simulação: 120% da Matriz origem - destino base																				Média dada pelo AMSUN		Unidades	
		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração					
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão				
Comprimento Médio de Fila Car		1599,44	N/D	1572,41	N/D	1596,3	N/D	1579,73	N/D	1522,69	N/D	1567,4	N/D	1626,58	N/D	1633,7	N/D	1558,64	N/D	1601,63	N/D	1585,85	N/D	veics	
Densidade Car		52,1	N/D	52,01	N/D	51,66	N/D	51,91	N/D	51	N/D	51,62	N/D	52,15	N/D	51,52	N/D	50,81	N/D	52,42	N/D	51,72	N/D	veic/km	
Distância Total Viajada Car		88616,7	N/D	89462,4	N/D	89291,8	N/D	90710,5	N/D	89733	N/D	90395,8	N/D	89889,1	N/D	88064,3	N/D	89802,7	N/D	89546,5	N/D	89551,3	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car		13992	N/D	14053	N/D	14217	N/D	14142	N/D	13902	N/D	13973	N/D	14283	N/D	14165	N/D	13528	N/D	14114	N/D	14036,9	N/D	veics	
Fila Virtual Média Car		5875,57	N/D	6025,27	N/D	5970,97	N/D	5987,97	N/D	5908,89	N/D	5912,52	N/D	6039,91	N/D	5931,34	N/D	5671,97	N/D	6024,86	N/D	5934,93	N/D	veics	
Fluxo Car		21604	N/D	21671	N/D	21702	N/D	21866	N/D	21749	N/D	21883	N/D	21750	N/D	21505	N/D	21700	N/D	21770	N/D	21720	N/D	veic/h	
Número de Paradas Car		1,03	N/D	0,98	N/D	1,05	N/D	0,98	N/D	0,91	N/D	0,98	N/D	0,99	N/D	0,96	N/D	0,95	N/D	1,04	N/D	0,99	N/D	seg/km	
Tempo Parado Car		116,57	240,07	114,89	227,47	113,25	224,94	113,64	226,66	107,17	214,84	108,66	210,56	114,85	240,94	111,59	238,4	105,47	211,1	112,31	225,2	111,84	3,63	seg/km	
Tempo Total de Viagem Car		4221,77	N/D	4262,92	N/D	4291,22	N/D	4294,72	N/D	4159,97	N/D	4265,46	N/D	4244,29	N/D	4141,51	N/D	4133,85	N/D	4264,35	N/D	4228	N/D	h	
Tempo de Atrazo Car		151,14	242,37	150,01	230,94	148,52	228,9	147,73	229,95	141,1	218,47	142,91	214,76	148,99	242,4	145,22	240,19	139,47	214,44	146,88	229,23	146,2	3,91	seg/km	
Tempo de Viagem Car		208,01	243,43	206,77	231,95	205,33	229,71	204,6	230,87	197,98	219,39	199,79	215,58	205,86	243,35	202,12	241,13	196,31	215,38	203,63	230,12	203,06	3,9	seg/km	
Velocidade Car		35,61	16,93	35,77	17,17	35,47	17,17	35,86	17,08	36,33	16,9	35,82	17	35,63	16,78	36,01	17,06	35,89	16,72	35,55	16,88	35,79	0,25	km/h	
Velocidade Harmônica Car		24,32	16,57	24,14	16,75	24,18	16,52	24,54	16,67	25,04	16,81	24,69	16,58	24,41	16,55	24,35	16,85	24,75	16,6	24,67	16,39	24,51	16,63	km/h	
Veículos Aguardando para Entrar Car		13990	N/D	14053	N/D	14217	N/D	14142	N/D	13902	N/D	13973	N/D	14283	N/D	14164	N/D	13528	N/D	14114	N/D	14036,6	N/D	veics	
Veículos Dentro Car		5288	N/D	5164	N/D	4971	N/D	5023	N/D	5127	N/D	5028	N/D	5265	N/D	5279	N/D	5219	N/D	5223	N/D	5158,7	N/D	veics	
Veículos Fora Car		21604	N/D	21671	N/D	21702	N/D	21866	N/D	21749	N/D	21883	N/D	21750	N/D	21505	N/D	21700	N/D	21770	N/D	21720	N/D	veics	
Veículos Perdidos Dentro Car		29	N/D	19	N/D	14	N/D	23	N/D	24	N/D	21	N/D	21	N/D	21	N/D	19	N/D	22	21	21,3	N/D	veics	
Veículos Perdidos Fora Car		1322	N/D	1258	N/D	1294	N/D	1302	N/D	1296	N/D	1256	N/D	1373	N/D	1307	N/D	1273	N/D	1332	N/D	1301,3	N/D	veics	

Resultados da concentração para a 2ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Concentração (veic/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	103,91	103,44	105,47
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	94,08	95,14	97,76
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	94,95	96,03	98,01
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	39,49	43,95	49,45
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	17,63	20,09	22,64
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	14,87	16,77	19,00
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	26,80	25,92	25,41
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	22,97	25,33	28,23
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	16,77	18,82	21,49
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	24,70	24,66	25,92
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	23,50	25,27	26,92

Resultados do débito na 2ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Débito (veic/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	5198,70	5215,80	5230,60
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	4654,70	4674,70	4673,20
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	5153,00	5182,00	5146,40
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	5207,00	5236,00	5185,20
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	5230,90	5268,00	5196,30
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	4699,60	4680,00	4575,80
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	5119,70	5095,40	4957,40
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	4541,30	4569,40	4530,60
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	4961,60	4972,60	4925,80
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	4411,80	4479,10	4451,60
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	3398,50	3431,30	3456,10

Resultados do tempo de viagem na 2ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Tempo de viagem (min/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	0,83	0,83	0,84
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	3,05	3,07	3,16
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	1,17	1,19	1,22
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	0,63	0,69	0,79
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	0,24	0,27	0,31
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	0,11	0,12	0,14
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	0,11	0,10	0,10
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	1,18	1,29	1,45
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	0,17	0,19	0,22
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	0,35	0,35	0,37
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	0,77	0,82	0,87

Resultados da velocidade média na 2ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Velocidade média (km/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	31,28	28,90	26,31
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	25,59	24,46	22,38
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	23,88	23,18	22,15
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	47,54	42,80	37,73
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	75,87	67,44	59,21
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	80,36	71,09	61,62
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	61,51	58,74	54,61
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	71,48	64,23	56,40
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	76,35	68,12	59,25
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	58,40	57,32	52,75
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	67,18	60,10	52,93

Resultados da concentração para a 2ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Concentração (veic/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	79,8301	83,5273	85,689
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	69,2878	71,8678	75,0619
Francos - Carvalho	Francos-Carvalho	18,6904	20,5922	23,1764
Carvalho - Amial	Carvalho-Amial	19,3984	21,2086	23,1907
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	12,5261	14,3274	16,8213
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	10,117	11,8087	19,4131
A3 Braga - Antas	A3-Antas	40,2997	58,5444	69,6381
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	10,45	11,6702	13,998
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	6,56047	7,57295	8,80457
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	5,42923	6,27158	7,00737

Resultados do débito na 2ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Débito (veic/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	5039,50	4991,30	4924,00
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	4839,30	4796,60	4722,20
Francos - Carvalho	Francos-Carvalho	3520,70	3567,70	3637,60
Carvalho - Amial	Carvalho-Amial	3842,00	3982,90	4129,10
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	3795,20	3919,50	4069,80
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	4082,60	4225,00	4305,60
A3 Braga - Antas	A3-Antas	3577,00	3679,70	3725,70
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	3179,10	3281,50	3314,40
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	2227,90	2283,40	2317,90
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	2002,00	2065,00	2095,30

Resultados do tempo de viagem na 2ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Tempo de viagem (min/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	1,32	1,40	1,45
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	1,66	1,73	1,84
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	0,93	1,01	1,11
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	0,07	0,08	0,08
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	0,10	0,11	0,12
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	0,10	0,12	0,18
A3 Braga - Antas	A3-Antas	0,86	1,20	1,42
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	0,11	0,12	0,14
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	0,45	0,51	0,58
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	0,12	0,13	0,15

Resultados da velocidade média na 2ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Velocidade média (km/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	30,31	26,79	24,42
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	26,60	25,32	23,59
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	70,28	62,64	55,07
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	64,06	58,91	53,64
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	79,58	71,48	62,71
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	82,13	73,05	59,81
A3 Braga - Antas	A3-Antas	54,23	40,90	34,59
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	79,69	72,15	63,48
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	86,18	76,56	67,13
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	77,07	68,61	61,90

Resultados do limite de 90 km/h da 3ª Simulação: 80% da Matriz origem - destino base																									
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades	
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão		
Comprimento Médio de Fila Car		947.81	N/D	883.57	N/D	909.35	N/D	894.31	N/D	903.72	N/D	885.78	N/D	930.95	N/D	916.36	N/D	923.35	N/D	914.58	N/D	911.98	N/D	veics	
Densidade Car		28.19	N/D	27.56	N/D	26.87	N/D	27.2	N/D	27.69	N/D	26.95	N/D	27.49	N/D	27	N/D	27.22	N/D	27.72	N/D	27.39	N/D	veic/km	
Distância Total Viada Car		85418	N/D	85469.2	N/D	84817	N/D	85648.3	N/D	84600.8	N/D	84816.5	N/D	84893.8	N/D	84642	N/D	84983.9	N/D	85201.7	N/D	85049.1	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car		4652	N/D	4826	N/D	4733	N/D	4809	N/D	5032	N/D	4580	N/D	4742	N/D	4648	N/D	4856	N/D	4928	N/D	4780.6	N/D	veics	
Fila Virtual Média Car		1954.89	N/D	2013.17	N/D	1935.33	N/D	1997.14	N/D	2156.61	N/D	1887.75	N/D	1985.94	N/D	1883.63	N/D	2041.52	N/D	2080.8	N/D	1994.68	N/D	veics	
Fluxo Car		19375	N/D	19367	N/D	19369	N/D	19427	N/D	19210	N/D	19396	N/D	19194	N/D	19378	N/D	19327	N/D	19453	N/D	19349.6	N/D	veich	
Número de Paradas Car		0.55	N/D	0.52	N/D	0.56	N/D	0.56	N/D	0.54	N/D	0.53	N/D	0.56	N/D	0.52	N/D	0.54	N/D	0.55	N/D	0.54	N/D	-	
Tempo Parado Car		49.04	128.66	42.8	110.78	43.67	113.89	43.97	111.45	45.37	120.85	43.24	115.48	47.16	114.45	43.7	114.55	45.81	117.55	47.97	128.76	45.27	2.17	seg/km	
Tempo Total de Viagem Car		2540.02	N/D	2494.22	N/D	2422.47	N/D	2444.64	N/D	2474.46	N/D	2444.22	N/D	2469.19	N/D	2423.96	N/D	2438.27	N/D	2487.55	N/D	2463.9	N/D	h	
Tempo de Atraso Car		66.58	130.45	62.46	112.82	60.33	116.84	61.25	113.67	63.16	122.55	60.78	116.74	63.82	117.29	60.46	115.87	61.92	119.75	64.39	130.81	62.51	2	seg/km	
Tempo de Viagem Car		114.23	131.01	110.03	113.06	107.88	117.18	108.68	114.07	110.62	122.79	108.41	117.05	111.32	117.79	108.02	116.1	109.47	120.06	112.02	131.23	110.08	2.02	seg/km	
Velocidade Car		49.41	19.35	49.32	19.17	50.97	19.49	50.37	19.11	50.18	19.29	49.83	18.99	50.76	19.91	50.68	19.43	51.07	19.61	50.8	19.46	50.34	0.63	km/h	
Velocidade Harmônica Car		36.55	21.68	37.19	21.24	38.14	22.12	37.8	21.8	37.76	21.65	38.15	21.1	36.95	22.59	38.16	21.86	38.11	22.23	37.74	22.2	37.65	21.86	km/h	
Veículos Ajustando para Entrar Car		4652	N/D	4826	N/D	4732	N/D	4807	N/D	5030	N/D	4580	N/D	4742	N/D	4648	N/D	4855	N/D	4928	N/D	4780	N/D	veics	
Veículos Dentro Car		3284	N/D	3134	N/D	3086	N/D	3190	N/D	3159	N/D	3111	N/D	3145	N/D	3224	N/D	3080	N/D	3162	N/D	3157.5	N/D	veics	
Veículos Fora Car		19375	N/D	19367	N/D	19369	N/D	19427	N/D	19210	N/D	19396	N/D	19194	N/D	19378	N/D	19327	N/D	19453	N/D	19349.6	N/D	veics	
Veículos Perdidos Dentro Car		22	N/D	26	N/D	17	N/D	23	N/D	19	N/D	19	N/D	21	N/D	14	N/D	28	N/D	23	N/D	21.2	N/D	veics	
Veículos Perdidos Fora Car		1456	N/D	1399	N/D	1503	N/D	1418	N/D	1433	N/D	1471	N/D	1440	N/D	1460	N/D	1416	N/D	1445	N/D	1444.1	N/D	veics	

Resultados do limite de 80 km/h da 3ª Simulação: 80% da Matriz origem - destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão			
Comprimento Médio de Fila Car		860.82	ND	877.78	ND	923.23	ND	914.54	ND	867.33	ND	917.69	ND	872.68	ND	911.95	ND	892.65	ND	847.58	ND	888.63	ND	veics
Densidade Car		27.64	ND	27.7	ND	28.43	ND	28.22	ND	27.32	ND	28.43	ND	28.03	ND	28.2	ND	28.36	ND	27.68	ND	28	ND	veic/km
Distância Total Viada Car		85552.3	ND	85885.1	ND	86049.6	ND	85545.8	ND	85277.5	ND	85463.2	ND	85733.6	ND	87177.6	ND	85724.3	ND	85890.8	ND	85810	ND	km
Fila Virtual Máxima Car		4289	ND	4415	ND	4613	ND	4415	ND	4442	ND	4438	ND	4579	ND	4516	ND	4494	ND	4367	ND	4456.8	ND	veics
Fila Virtual Média Car		1763.22	ND	1845.94	ND	1909.93	ND	1811.9	ND	1788.46	ND	1837.2	ND	1915.01	ND	1840.98	ND	1910.64	ND	1821.19	ND	1842.45	ND	veics
Fluxo Car		19555	ND	19418	ND	19650	ND	19896	ND	19405	ND	19682	ND	19588	ND	19685	ND	19673	ND	19730	ND	19598.2	ND	veic/h
Número de Paradas Car		0.53	ND	0.53	ND	0.56	ND	0.57	ND	0.53	ND	0.58	ND	0.54	ND	0.57	ND	0.56	ND	0.51	ND	0.55	ND	-
Tempo Parado Car		43.07	114.98	46.52	118.01	47.88	121.65	45.89	119.01	40.8	111.88	46.8	118.66	44.12	112.53	46.54	123.89	47.2	115.33	41.48	104.8	45.03	2.5	seg/km
Tempo Total de Viagem Car		2503.29	ND	2534.75	ND	2610.82	ND	2567.59	ND	2472.63	ND	2574.83	ND	2559.99	ND	2580.39	ND	2613.21	ND	2504.33	ND	2552.18	ND	h
Tempo de Atraso Car		59.45	116.67	61.9	119.08	65.37	122.85	62.46	121.66	56.86	113.68	63.8	120.72	59.97	114.08	62.74	126.23	64.65	116.99	57.35	106.58	61.46	2.95	seg/km
Tempo de Viagem Car		110.85	117.06	113.29	119.55	116.81	123.38	113.77	122.04	108.16	113.89	115.2	121.17	111.41	114.29	113.97	126.71	116.03	117.49	108.77	106.84	112.83	2.95	seg/km
Velocidade Car		48.1	17.22	47.96	17.45	46.37	17.2	47.85	17.53	48.44	17.25	47.09	17.36	48.25	17.16	47.88	17.68	46.67	17.38	48.55	17.19	47.72	0.75	km/h
Velocidade Harmônica Car		37.21	20.13	36.1	20.69	35.14	19.86	36.51	20.35	37.95	19.95	35.61	20.22	37.95	19.77	36.11	20.61	35.62	19.84	38.03	20	36.6	20.17	km/h
Veículos Ajustando para Entrar Car		4289	ND	4415	ND	4613	ND	4415	ND	4439	ND	4437	ND	4576	ND	4516	ND	4491	ND	4367	ND	4456.8	ND	veics
Veículos Dentro Car		3287	ND	3253	ND	3297	ND	3219	ND	3214	ND	3251	ND	3205	ND	3202	ND	3194	ND	3313	ND	3243.5	ND	veics
Veículos Fora Car		19555	ND	19418	ND	19650	ND	19896	ND	19405	ND	19582	ND	19588	ND	19685	ND	19673	ND	19730	ND	19598.2	ND	veics
Veículos Perdidos Dentro Car		18	ND	16	ND	14	ND	20	ND	22	ND	21	ND	17	ND	10	ND	19	ND	24	ND	18.1	ND	veics
Veículos Perdidos Fora Car		1098	ND	1117	ND	1183	ND	1216	ND	1063	ND	1201	ND	1114	ND	1112	ND	1150	ND	1062	ND	1131.6	ND	veics

Dados de saída	Resultados do limite de 70 km/h da 3ª Simulação: 80% da Matriz origem - destino base																							
	1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades	
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão		
Comprimento Médio de Fila Car	803,23	N/D	876,96	N/D	840,7	N/D	875,42	N/D	785,37	N/D	865,83	N/D	901,51	N/D	899,32	N/D	785,05	N/D	811,01	N/D	844,44	N/D	veís	
	28,74	N/D	29,6	N/D	28,59	N/D	29,87	N/D	28,3	N/D	29,3	N/D	29,63	N/D	29,28	N/D	29,22	N/D	28,98	N/D	29,15	N/D	veís/km	
Distância Total Viajada Car	86983,12	N/D	87393,95	N/D	86660,57	N/D	85910,19	N/D	87196,32	N/D	87083,64	N/D	86444,95	N/D	86827,11	N/D	87572,56	N/D	86935,41	N/D	86900,78	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car	3939	N/D	3982	N/D	3949	N/D	4165	N/D	3887	N/D	4012	N/D	4257	N/D	4131	N/D	3891	N/D	4124	N/D	4033,7	N/D	veís	
Fila Virtual Média Car	1630,67	N/D	1577,34	N/D	1571,7	N/D	1705,75	N/D	1615,86	N/D	1696,29	N/D	1736,21	N/D	1654,6	N/D	1652,08	N/D	1669,18	N/D	1650,97	N/D	veís	
Fluxo Car	19878	N/D	19988	N/D	19904	N/D	19741	N/D	19932	N/D	19865	N/D	19757	N/D	19935	N/D	20025	N/D	19923	N/D	19894,8	N/D	veís/h	
	0,56	N/D	0,59	N/D	0,55	N/D	0,55	N/D	0,53	N/D	0,57	N/D	0,58	N/D	0,58	N/D	0,53	N/D	0,54	N/D	0,56	N/D	-	
Tempo Parado Car	42,14	105,59	44,71	109,03	47,24	125,37	43,56	105,81	42,07	109,61	44,71	112,17	50,22	124,59	46,84	117,43	42,3	104,46	40,16	97,58	44,39	3,01 seg/km		
Tempo Total de Viagem Car	2675,36	N/D	2741,85	N/D	2658,58	N/D	2740,03	N/D	2633,31	N/D	2684,58	N/D	2756,39	N/D	2702,15	N/D	2721,01	N/D	2696,4	N/D	2700,97	N/D	h	
	58,4	107,39	62,55	110,86	62,51	126,68	62,16	107,2	57,63	110,84	60,06	114,81	66,47	125,96	62,25	119,38	59,47	105,41	58,18	98,89	60,97	2,72 seg/km		
Tempo de Viagem Car	114,91	107,73	119,01	111,22	118,89	127,24	118,58	107,4	114,17	111,17	116,49	115,16	122,89	126,49	118,74	119,82	116,05	105,75	114,65	99,19	117,44	2,69 seg/km		
Velocidade Car	44,49	15,12	43,49	15,39	44,84	15,47	43,62	15,39	44,8	14,89	45,01	15,43	44,11	15,8	44,68	15,58	44,08	14,88	43,89	15	44,3	0,54 km/h		
Velocidade Harmônica Car	35,78	17,66	34,3	17,75	34,94	18,6	34,97	17,4	36,2	17,64	35,48	18,38	33,61	18,79	34,49	18,75	35,85	17,18	35,8	17,01	4033,2	17,95 km/h		
Veículos Aguardando para Entrar Car	3935	N/D	3982	N/D	3949	N/D	4165	N/D	3887	N/D	4011	N/D	4257	N/D	4131	N/D	3891	N/D	4124	N/D	4033,2	N/D	veís	
	3284	N/D	3535	N/D	3328	N/D	3553	N/D	3356	N/D	3396	N/D	3287	N/D	3426	N/D	3405	N/D	3286	N/D	3385,6	N/D	veís	
Veículos Dentro Car	19878	N/D	19988	N/D	19904	N/D	19741	N/D	19932	N/D	19865	N/D	19757	N/D	19935	N/D	20025	N/D	19923	N/D	19894,8	N/D	veís	
Veículos Fora Car																								
Veículos Perdidos Dentro Car	19	N/D	16	N/D	19	N/D	18	N/D	16	N/D	20	N/D	8	N/D	21	N/D	10	N/D	12	N/D	15,9	N/D	veís	
Veículos Perdidos Fora Car	849	N/D	918	N/D	957	N/D	871	N/D	904	N/D	908	N/D	907	N/D	942	N/D	929	N/D	888	N/D	907,3	N/D	veís	

Resultados da concentração para a 3ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Concentração (veic/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	53,9472	51,7162	48,902
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	66,2837	70,8361	72,5859
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	77,526	79,8431	80,2439
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	37,994	42,9718	47,9706
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	16,1875	18,7452	21,1046
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	14,0946	15,8797	18,33
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	23,6271	22,8644	22,6391
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	21,4699	23,6961	27,0533
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	14,2691	15,9031	18,7166
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	18,7923	19,57	21,9271
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	13,9447	15,0895	16,7513

Resultados do débito na 3ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Débito (veic/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	4936,10	4965,40	5026,70
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	4502,10	4502,50	4538,20
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	5126,10	5164,10	5161,80
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	5246,90	5274,20	5245,10
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	4940,00	5008,50	4975,10
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	4520,40	4484,00	4451,70
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	4794,90	4757,80	4697,10
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	4315,20	4338,50	4378,50
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	4468,40	4424,80	4486,90
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	3929,10	3933,30	4029,50
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	2954,50	2946,10	2999,40

Resultados do tempo de viagem na 3ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Tempo de viagem (min/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	0,45	0,43	0,40
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	2,15	2,31	2,34
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	0,98	1,00	1,01
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	0,60	0,67	0,76
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	0,24	0,27	0,30
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	0,11	0,12	0,14
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	0,10	0,10	0,10
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	1,16	1,27	1,43
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	0,16	0,18	0,21
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	0,30	0,31	0,34
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	0,53	0,57	0,63

Resultados da velocidade média na 3ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida				
Secção		Velocidade média (km/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	55,83	52,34	47,45
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	42,68	37,67	34,96
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	30,06	28,02	26,65
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	49,49	44,13	39,02
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	77,52	68,55	60,33
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	81,33	71,86	62,20
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	64,42	61,15	56,81
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	72,82	65,23	56,84
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	79,80	71,12	61,46
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	65,82	61,80	55,54
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	73,95	66,83	59,00

Resultados da concentração para a 3ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Concentração (veic/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	19,07	21,60	25,28
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	44,43	48,35	56,15
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	17,82	19,95	22,86
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	14,02	15,15	17,26
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	11,19	12,63	14,69
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	8,27	9,42	11,07
A3 Braga - Antas	A3-Antas	13,80	16,31	19,99
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	8,59	10,15	12,24
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	6,08	7,18	8,72
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	5,08	6,08	7,22

Resultados do débito na 3ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Débito (veic/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	4564,10	4567,70	4577,30
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	4672,30	4662,90	4660,10
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	3383,50	3491,70	3616,30
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	3485,00	3571,10	3667,10
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	3460,80	3534,40	3640,60
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	3410,00	3470,60	3550,90
A3 Braga - Antas	A3-Antas	3341,00	3510,00	3728,10
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	2769,50	2933,90	3113,10
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	2077,30	2175,50	2299,10
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	1883,90	1995,50	2127,90

Resultados do tempo de viagem na 3ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Tempo de viagem (min/km)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	0,35	0,40	0,47
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	1,10	1,20	1,39
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	0,92	1,00	1,10
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	0,06	0,06	0,07
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	0,10	0,11	0,12
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	0,10	0,11	0,13
A3 Braga - Antas	A3-Antas	0,32	0,36	0,42
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	0,10	0,12	0,13
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	0,45	0,51	0,58
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	0,12	0,14	0,15

Resultados da velocidade média na 3ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo				
Secção		Velocidade média (km/h)		
		90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	80,92	71,60	61,51
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	44,20	39,75	33,42
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	71,15	63,17	55,35
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	70,47	65,23	58,50
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	80,62	72,46	63,84
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	83,75	74,93	65,51
A3 Braga - Antas	A3-Antas	81,94	72,89	63,31
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	81,68	73,32	64,70
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	86,62	77,05	67,27
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	77,01	68,44	61,20

Resultados do limite de 100 km/h da 4ª Simulação: 50% da Matriz origem - destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AIMSUN		Unidades
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão		
Comprimento Médio de Fila Car		402,81	N/D	440,84	N/D	446,04	N/D	473,98	N/D	474,84	N/D	456,64	N/D	497,75	N/D	461,77	N/D	439,59	N/D	465,16	N/D	455,94	N/D	veic/s
Densidade Car		12,35	N/D	13,09	N/D	13	N/D	13,46	N/D	13,21	N/D	12,93	N/D	14,05	N/D	13,11	N/D	12,98	N/D	13,22	N/D	13,14	N/D	veic/km
Distância Total Viajada Car		65823	N/D	67213,6	N/D	65787,9	N/D	66886,4	N/D	66378,7	N/D	66783,2	N/D	67135,4	N/D	67378,5	N/D	65911,7	N/D	67048,9	N/D	66634,7	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car		856	N/D	944	N/D	988	N/D	1002	N/D	980	N/D	888	N/D	1156	N/D	884	N/D	1102	N/D	1104	N/D	988,4	N/D	veic/s
Fila Virtual Média Car		298,59	N/D	314,54	N/D	338,64	N/D	336,42	N/D	313,5	N/D	284,05	N/D	389,07	N/D	286,81	N/D	353,16	N/D	356,34	N/D	327,11	N/D	veic/s
Fluxo Car		14496	N/D	14653	N/D	14491	N/D	14677	N/D	14514	N/D	14680	N/D	14648	N/D	14658	N/D	14417	N/D	14626	N/D	14586	N/D	veic/h
Número de Paradas Car		0,29	N/D	0,31	N/D	0,32	N/D	0,32	N/D	0,33	N/D	0,32	N/D	0,32	N/D	0,32	N/D	0,29	N/D	0,31	N/D	0,31	N/D	-
Tempo Parado Car		19,28	58,01	22,67	64,69	24,02	67,82	25,47	68,27	24,55	66,46	23,81	66,53	28,08	79,47	23,37	63,3	23,31	70,76	22,96	65,87	23,75	2,22	seg/km
Tempo Total de Viagem Car		1221,55	N/D	1294,98	N/D	1277,62	N/D	1331,1	N/D	1306,17	N/D	1287,23	N/D	1367,01	N/D	1305,95	N/D	1267,61	N/D	1288,93	N/D	1294,82	N/D	h
Tempo de Atrazo Car		24,6	58,46	28,29	65,33	29,46	68,46	30,95	68,76	30,05	67,24	29,16	67,06	33,54	79,78	28,91	64,07	28,52	71,27	28,94	66,41	29,2	2,25	seg/km
Tempo de Viagem Car		69,67	59,19	73,36	66,03	74,61	69,23	76,12	69,5	75,15	67,99	74,23	67,94	78,55	80,42	73,87	64,82	73,56	71,91	73,59	67,2	74,27	2,25	seg/km
Velocidade Car		69,9	19,73	64,06	20,47	63,82	20,54	63,28	21,11	63,58	21,11	63,82	20,98	63,61	21,18	63,78	20,87	64,79	20,43	63,99	20,54	63,96	0,51	km/h
Velocidade Harmônica Car		53,7	24,52	51,38	25,52	51,03	25,55	50,09	25,71	49,88	26,14	50,41	26	49,28	26,57	50,8	25,67	51,95	25,83	51,01	25,73	50,93	25,76	km/h
Veículos Aquecendo para Entrar Car		852	N/D	944	N/D	988	N/D	1002	N/D	978	N/D	888	N/D	1153	N/D	881	N/D	1097	N/D	1100	N/D	986,3	N/D	veic/s
Veículos Dentro Car		1609	N/D	1536	N/D	1592	N/D	1605	N/D	1534	N/D	1552	N/D	1607	N/D	1538	N/D	1573	N/D	1670	N/D	1561,6	N/D	veic/s
Veículos Fora Car		14496	N/D	14653	N/D	14491	N/D	14677	N/D	14514	N/D	14680	N/D	14648	N/D	14658	N/D	14417	N/D	14626	N/D	14586	N/D	veic/s
Veículos Perdidos Dentro Car		24	N/D	24	N/D	30	N/D	20	N/D	22	N/D	13	N/D	17	N/D	21	N/D	15	N/D	24	N/D	21	N/D	veic/s
Veículos Perdidos Fora Car		1312	N/D	1310	N/D	1360	N/D	1373	N/D	1358	N/D	1377	N/D	1338	N/D	1379	N/D	1276	N/D	1302	N/D	1338,5	N/D	veic/s

Resultados do limite de 90 km/h da 4ª Simulação: 50% da Matriz origem - destino base																							
Dados de saída	1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AIMSUN		Unidades
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	432,73	N/D	423,22	N/D	461,85	N/D	441,23	N/D	446,59	N/D	436,77	N/D	419,55	N/D	432,84	N/D	431,69	N/D	409,19	N/D	433,57	N/D	veic/s
Densidade Car	12,99	N/D	12,99	N/D	13,62	N/D	13,17	N/D	13,45	N/D	13,03	N/D	13,02	N/D	13,01	N/D	13,2	N/D	13	N/D	13,15	N/D	veic/km
Distância Total Viajada Car	66194	N/D	66150,8	N/D	66511,9	N/D	66003,2	N/D	67088,7	N/D	66400,9	N/D	66542,2	N/D	66403,8	N/D	67017,2	N/D	66283,2	N/D	66459,6	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car	844	N/D	809	N/D	947	N/D	971	N/D	915	N/D	869	N/D	840	N/D	886	N/D	876	N/D	846	N/D	880,3	N/D	veic/s
Fila Virtual Média Car	262,83	N/D	276,74	N/D	318,87	N/D	317,67	N/D	310,95	N/D	267,6	N/D	296,02	N/D	261,49	N/D	293,43	N/D	297,87	N/D	290,31	N/D	veic/s
Fluxo Car	14647	N/D	14543	N/D	14618	N/D	14479	N/D	14682	N/D	14570	N/D	14612	N/D	14646	N/D	14591	N/D	14614	N/D	14600,2	N/D	veic/h
Número de Paradas Car	0,31	N/D	0,29	N/D	0,3	N/D	0,29	N/D	0,3	N/D	0,31	N/D	0,29	N/D	0,3	N/D	0,29	N/D	0,31	N/D	0,3	N/D	-
Tempo Parado Car	20,5	56,62	21,22	62,16	23,83	65,45	22,56	65,72	23,53	66,2	21,27	58,59	21,26	63,03	20,34	58,29	21,51	58,35	22,82	63,18	21,88	1,22	seg/km
Tempo Total de Viagem Car	1287,5	N/D	1287,8	N/D	1343,43	N/D	1303,74	N/D	1339,53	N/D	1294,86	N/D	1297,84	N/D	1283,1	N/D	1312,34	N/D	1313,24	N/D	1306,94	N/D	h
Tempo de Atrazo Car	25,79	57,34	26,31	62,74	28,92	65,9	27,71	66,33	28,7	66,91	26,49	59,2	26,45	63,72	25,57	58,73	26,75	59,03	28,07	64,07	27,08	1,19	seg/km
Velocidade Car	73,12	57,89	73,55	63,3	76,17	66,41	74,88	66,77	75,98	67,57	73,71	59,7	73,63	64,21	72,85	59,41	73,88	59,5	75,45	64,67	74,32	1,2	seg/km
Velocidade Harmônica Car	61,73	18,69	62,22	18,73	61,63	19,22	61,88	18,96	61,57	19,16	61,56	18,95	62	18,69	62,02	18,56	62	18,86	61,6	18,86	61,83	0,24	km/h
Veículos Aquecendo para Entrar Car	50,172	23,63	51,2	23,75	49,56	24,46	50,37	24,18	49,69	24,29	50,38	23,73	51,06	23,63	50,88	23,81	50,77	23,88	50,29	23,85	50,49	23,93	km/h
Veículos Dentro Car	1645	N/D	1647	N/D	1614	N/D	1617	N/D	1625	N/D	1666	N/D	1651	N/D	1684	N/D	1655	N/D	1627	N/D	1633,1	N/D	veic/s
Veículos Fora Car	14647	N/D	14543	N/D	14618	N/D	14479	N/D	14682	N/D	14570	N/D	14612	N/D	14646	N/D	14591	N/D	14614	N/D	14600,2	N/D	veic/s
Veículos Perdidos Dentro Car	21	N/D	14	N/D	23	N/D	13	N/D	13	N/D	9	N/D	17	N/D	20	N/D	15	N/D	11	N/D	15,6	N/D	veic/s
Veículos Perdidos Fora Car	1069	N/D	1084	N/D	1156	N/D	1123	N/D	1210	N/D	1098	N/D	1053	N/D	1138	N/D	1105	N/D	1149	N/D	1118,5	N/D	veic/s

Resultados do limite de 80 km/h da 4ª Simulação: 50% da Matriz origem - destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car		345,65	N/D	300,33	N/D	354,5	N/D	302,82	N/D	301,08	N/D	340,55	N/D	304,93	N/D	327,81	N/D	321,88	N/D	328,14	N/D	322,77	N/D	veics
Densidade Car		12,89	N/D	12,35	N/D	12,98	N/D	12,62	N/D	12,18	N/D	12,63	N/D	12,68	N/D	12,64	N/D	12,94	N/D	12,75	N/D	12,67	N/D	veic/km
Distância Total Viajada Car		68170,5	N/D	67448	N/D	67339,6	N/D	67993,1	N/D	67141,3	N/D	67977,6	N/D	68289,2	N/D	67671,4	N/D	68576,7	N/D	68201,3	N/D	67880,9	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car		582	N/D	617	N/D	701	N/D	582	N/D	523	N/D	504	N/D	637	N/D	592	N/D	591	N/D	377	N/D	570,6	N/D	veics
Fila Virtual Média Car		184,66	N/D	171,95	N/D	215,04	N/D	188,81	N/D	145,88	N/D	141,04	N/D	205,28	N/D	179,58	N/D	192,99	N/D	128,85	N/D	175,41	N/D	veics
Fluxo Car		14950	N/D	14826	N/D	14883	N/D	14778	N/D	14844	N/D	14879	N/D	14966	N/D	14894	N/D	14942	N/D	14953	N/D	14891,5	N/D	veic/h
Número de Paradas Car		0,27	N/D	0,26	N/D	0,27	N/D	0,24	N/D	0,26	N/D	0,27	N/D	0,25	N/D	0,27	N/D	0,26	N/D	0,27	N/D	0,26	N/D	-
Tempo Parado Car		15,74	48,27	13,39	43,71	17,21	50,8	14,46	45,8	13,38	41,57	15,16	44,45	14,34	46,01	14,95	43,9	16,32	49,53	15,07	46,65	15	1,21	seg/km
Tempo Total de Viagem Car		1319,23	N/D	1268,43	N/D	1332,03	N/D	1296,96	N/D	1261,34	N/D	1300,3	N/D	1298,61	N/D	1299,64	N/D	1332,4	N/D	1310,71	N/D	1301,97	N/D	h
Tempo de Atraso Car		21,14	49,02	18,79	44,57	22,42	51,5	19,74	46,54	18,78	42,5	20,34	45,27	19,68	46,62	20,31	44,82	21,75	50,36	20,54	47,63	20,35	1,18	seg/km
Tempo de Viagem Car		72,18	49,64	69,86	45,1	73,56	51,95	70,8	46,91	69,87	42,98	71,39	45,81	70,72	46,97	71,31	45,23	72,8	50,76	71,69	48,14	71,42	1,19	seg/km
Velocidade Car		58,77	15,33	59,57	14,42	58,77	15,52	59,48	14,9	59,25	14,83	59,01	15,33	59,39	14,66	58,92	15,19	58,94	15,21	58,9	15,19	59,1	0,3	km/h
Velocidade Harmônica Car		50,86	20,06	52,53	19,24	50,61	20,33	52,07	19,64	52,18	19,22	51,29	19,91	52,33	19,22	51,6	19,43	51,13	19,98	51,24	19,81	51,58	19,7	km/h
Veículos Aguardando para Entrar Car		578	N/D	615	N/D	698	N/D	577	N/D	523	N/D	502	N/D	637	N/D	592	N/D	585	N/D	363	N/D	567	N/D	veics
Veículos Dentro Car		1672	N/D	1639	N/D	1567	N/D	1595	N/D	1520	N/D	1657	N/D	1556	N/D	1628	N/D	1647	N/D	1754	N/D	1623,5	N/D	veics
Veículos Fora Car		14950	N/D	14826	N/D	14883	N/D	14778	N/D	14844	N/D	14879	N/D	14966	N/D	14894	N/D	14942	N/D	14953	N/D	14891,5	N/D	veics
Veículos Perdidos Dentro Car		12	N/D	14	N/D	6	N/D	9	N/D	2	N/D	18	N/D	18	N/D	11	N/D	14	N/D	10	N/D	11,4	N/D	veics
Veículos Perdidos Fora Car		775	N/D	719	N/D	751	N/D	708	N/D	785	N/D	761	N/D	785	N/D	769	N/D	724	N/D	756	N/D	753,3	N/D	veics

Resultados do limite de 70 km/h da 4ª Simulação: 50% da Matriz origem - destino base																									
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN			Unidades
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão		
Comprimento Médio de Fila Car		235,46	N/D	220,97	N/D	237,4	N/D	218,37	N/D	241,41	N/D	239,66	N/D	232,75	N/D	214,58	N/D	225,96	N/D	264,84	N/D	233,14	N/D	veics	
Densidade Car		12,77	N/D	12,72	N/D	12,63	N/D	12,66	N/D	12,99	N/D	12,96	N/D	12,94	N/D	12,6	N/D	12,78	N/D	13,03	N/D	12,81	N/D	veic/km	
Distância Total Viajada Car		68847	N/D	68686,2	N/D	68146,1	N/D	68510,2	N/D	67908,6	N/D	69346,1	N/D	69368,5	N/D	69209,1	N/D	69426	N/D	68731,2	N/D	68817,8	N/D	km	
Fila Virtual Máxima Car		397	N/D	343	N/D	350	N/D	335	N/D	463	N/D	374	N/D	402	N/D	330	N/D	329	N/D	322	N/D	364,5	N/D	veics	
Fila Virtual Média Car		102,3	N/D	97,42	N/D	98,15	N/D	106,45	N/D	164,18	N/D	112,42	N/D	125,12	N/D	97	N/D	98,86	N/D	106,99	N/D	110,89	N/D	veics	
Fluxo Car		15132	N/D	15101	N/D	14938	N/D	15002	N/D	14906	N/D	15138	N/D	15136	N/D	15161	N/D	15216	N/D	15040	N/D	15077	N/D	veic/h	
Número de Paradas Car		0,24	N/D	0,23	N/D	0,25	N/D	0,23	N/D	0,23	N/D	0,24	N/D	0,23	N/D	0,22	N/D	0,23	N/D	0,25	N/D	0,24	N/D	-	
Tempo Parado Car		10,02	34,58	9,42	33,28	10,65	37,74	9,67	34,02	10,83	40,74	10,6	37,2	9,84	35,92	8,82	32,26	9,29	31,43	12,1	39,13	10,12	0,95	seg/km	
Tempo Total de Viagem Car		1352,32	N/D	1344,19	N/D	1338,23	N/D	1343,22	N/D	1353,97	N/D	1375,95	N/D	1369,06	N/D	1340,42	N/D	1360,65	N/D	1379,64	N/D	1355,76	N/D	h	
Tempo de Atraso Car		15,82	35,67	15,36	34,49	16,22	38,84	15,41	35,13	16,51	41,81	16,52	38,17	15,67	36,93	14,55	33,19	15,14	32,27	17,81	40,17	15,9	0,91	seg/km	
Tempo de Viagem Car		72,01	36,13	71,68	35	72,53	39,36	71,68	35,52	72,86	42,28	72,78	38,7	71,97	37,36	70,82	33,57	71,33	32,64	74,08	40,58	72,17	0,92	seg/km	
Velocidade Car		54,97	11,56	55,04	11,28	55,14	11,71	55,26	11,36	55,2	11,72	54,73	11,7	55,06	11,33	55,25	10,94	54,92	11,13	54,38	12,42	55	0,27	km/h	
Velocidade Harmônica Car		50,58	14,89	50,72	14,81	50,17	15,79	50,95	14,82	50,22	15,82	50,08	15,27	50,63	14,98	51,24	14,33	50,95	14,23	49,16	16,03	50,46	15,12	km/h	
Veículos Aguardando para Entrar Car		397	N/D	343	N/D	350	N/D	334	N/D	462	N/D	372	N/D	401	N/D	330	N/D	326	N/D	318	N/D	363,3	N/D	veics	
Veículos Dentro Car		1679	N/D	1672	N/D	1677	N/D	1619	N/D	1721	N/D	1677	N/D	1638	N/D	1527	N/D	1618	N/D	1709	N/D	1653,7	N/D	veics	
Veículos Fora Car		15132	N/D	15101	N/D	14938	N/D	15002	N/D	14906	N/D	15138	N/D	15136	N/D	15161	N/D	15216	N/D	15040	N/D	15077	N/D	veics	
Veículos Perdidos Dentro Car		6	N/D	12	N/D	9	N/D	6	N/D	14	N/D	10	N/D	8	N/D	7	N/D	6	N/D	6	N/D	8,4	N/D	veics	
Veículos Perdidos Fora Car		482	N/D	506	N/D	502	N/D	463	N/D	482	N/D	499	N/D	473	N/D	533	N/D	516	N/D	497	N/D	495,3	N/D	veics	

Resultados da concentração para a 4ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Concentração (veic/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	12,14	12,55	11,51	11,36
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	10,44	10,87	11,82	13,09
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	10,90	11,62	13,08	15,06
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	23,78	24,21	25,24	27,59
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	10,74	11,45	13,09	15,03
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	9,54	10,14	11,58	13,34
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	15,58	14,81	14,33	15,03
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	15,44	16,10	18,40	20,91
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	9,82	10,41	11,88	14,05
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	11,19	11,68	13,35	15,62
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	8,72	9,24	10,28	11,77

Resultados do débito na 4ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Débito (veic/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	3302,10	3309,60	3341,90	3329,60
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	3364,70	3336,40	3335,90	3308,50
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	3819,30	3819,80	3827,70	3833,30
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	4045,60	4077,40	4124,10	4142,00
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	3664,50	3696,00	3785,30	3782,70
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	3392,60	3394,90	3438,00	3411,40
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	3531,70	3534,00	3571,60	3528,60
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	3422,60	3393,50	3521,20	3601,30
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	3423,70	3429,60	3467,30	3537,40
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	3013,10	3025,60	3095,60	3172,60
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	2273,20	2269,00	2295,80	2321,90

Resultados do tempo de viagem na 4ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Tempo de viagem (min/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	0,16	0,16	0,15	0,15
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	0,49	0,52	0,56	0,62
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	0,19	0,20	0,22	0,26
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	0,49	0,49	0,51	0,55
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	0,21	0,22	0,25	0,29
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	0,10	0,10	0,11	0,13
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	0,09	0,08	0,08	0,09
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	1,05	1,10	1,21	1,35
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	0,15	0,15	0,17	0,20
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	0,23	0,24	0,27	0,31
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	0,43	0,46	0,50	0,57

Resultados da velocidade média na 4ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Velocidade média (km/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	76,85	72,09	68,01	62,56
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	81,96	77,29	70,57	63,24
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	89,38	83,54	74,44	65,21
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	66,64	64,52	60,04	53,25
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	86,74	81,86	73,27	63,98
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	90,47	84,82	75,29	65,12
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	73,99	71,85	68,35	61,74
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	80,68	76,01	67,78	59,65
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	88,96	83,58	74,22	64,33
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	80,62	77,00	68,91	60,13
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	85,45	79,89	71,65	62,87

Resultados da concentração para a 4ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Concentração (veic/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	10,63	11,34	12,76	14,71
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	17,92	18,45	18,19	19,16
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	14,30	14,92	16,76	19,25
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	10,22	10,71	11,78	13,20
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	8,78	9,09	10,35	12,15
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	6,11	6,39	7,35	8,77
A3 Braga - Antas	A3-Antas	11,66	12,25	14,65	17,96
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	7,18	7,68	9,18	11,14
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	5,14	5,40	6,55	7,99
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	4,15	4,41	5,52	6,48

Resultados do débito na 4ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Débito (veic/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	2859,00	2862,70	2848,90	2841,00
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	3253,30	3252,30	3280,10	3255,30
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	2883,50	2905,70	3040,00	3159,80
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	2958,20	2962,90	3058,90	3125,90
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	2948,50	2925,30	2990,70	3077,40
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	2743,00	2702,30	2759,50	2862,80
A3 Braga - Antas	A3-Antas	3010,00	2991,80	3176,90	3382,20
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	2498,80	2503,20	2671,00	2848,40
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	1900,40	1858,70	1989,20	2113,80
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	1693,90	1675,50	1829,20	1943,80

Resultados do tempo de viagem na 4ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Tempo de viagem (min/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	0,31	0,34	0,38	0,44
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	0,65	0,66	0,65	0,69
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	0,86	0,90	0,96	1,06
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	0,05	0,05	0,06	0,06
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	0,09	0,09	0,10	0,12
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	0,09	0,10	0,11	0,13
A3 Braga - Antas	A3-Antas	0,30	0,32	0,36	0,42
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	0,10	0,10	0,12	0,13
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	0,42	0,45	0,50	0,58
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	0,11	0,12	0,13	0,15

Resultados da velocidade média na 4ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Velocidade média (km/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	91,39	85,37	75,65	65,70
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	72,82	69,04	63,64	57,21
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	76,11	71,75	64,36	56,78
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	79,38	75,39	69,29	62,19
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	87,63	82,80	74,10	65,02
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	91,50	85,74	76,26	66,66
A3 Braga - Antas	A3-Antas	87,96	82,73	73,53	63,99
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	88,17	82,44	73,78	65,10
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	94,05	87,21	77,20	67,53
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	84,39	78,30	68,76	61,87

Resultados do limite de 100 km/h da 5ª Simulação: 25% da Matriz origem- destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car		6,43	N/D	5,71	N/D	6,6	N/D	5,26	N/D	5,7	N/D	5,58	N/D	6,35	N/D	5,57	N/D	6,58	N/D	5,34	N/D	5,91	N/D	veícs
Densidade Car		4,14	N/D	4,02	N/D	4,15	N/D	4,05	N/D	4,1	N/D	4,15	N/D	4,16	N/D	4,06	N/D	4,12	N/D	4	N/D	4,1	N/D	veícs/km
Distância Total Viada Car		37246,8	N/D	36344,8	N/D	37369	N/D	36502,7	N/D	37065,2	N/D	37371,3	N/D	37481,4	N/D	36998,8	N/D	36929,5	N/D	36174,1	N/D	36908,4	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car		3	N/D	3	N/D	4	N/D	4	N/D	3	N/D	4	N/D	3	N/D	4	N/D	3	N/D	3	N/D	3,4	N/D	veícs
Fila Virtual Média Car		0,13	N/D	0,13	N/D	0,15	N/D	0,13	N/D	0,13	N/D	0,12	N/D	0,14	N/D	0,14	N/D	0,13	N/D	0,14	N/D	0,13	N/D	veícs
Fluxo Car		8120	N/D	7972	N/D	8078	N/D	8029	N/D	8044	N/D	8058	N/D	8102	N/D	7959	N/D	7992	N/D	7992	N/D	8034,6	N/D	veícs
Número de Paradas Car		0,11	N/D	0,11	N/D	0,11	N/D	0,1	N/D	0,11	N/D	0,1	N/D	0,11	N/D	0,11	N/D	0,11	N/D	0,1	N/D	0,11	N/D	-
Tempo Parado Car		0,73	2,09	0,69	1,87	0,77	2,16	0,61	1,75	0,65	1,84	0,61	1,64	0,73	2,05	0,64	1,69	0,75	2,03	0,62	1,72	0,68	0,06	seg/km
Tempo Total de Viagem Car		474,85	N/D	462,75	N/D	476,63	N/D	464,41	N/D	470,69	N/D	475,38	N/D	477,21	N/D	466,45	N/D	471,08	N/D	458,87	N/D	469,83	N/D	h
Tempo de Atrazo Car		3,63	4,13	3,57	3,98	3,63	4,16	3,44	3,79	3,5	3,87	3,45	3,71	3,61	4,11	3,48	3,86	3,63	4,12	3,4	3,76	3,53	0,11	seg/km
Tempo de Viagem Car		48,53	8,82	48,6	8,99	48,51	8,89	48,45	8,71	48,33	8,61	48,24	8,51	48,54	8,94	48,46	8,65	48,53	8,82	48,37	8,79	48,46	0,1	seg/km
Velocidade Car		76,43	12,51	76,4	12,7	76,47	12,49	76,51	12,4	76,65	12,33	76,75	12,17	76,47	12,71	76,47	12,36	76,41	12,42	76,69	12,62	76,52	0,13	km/h
Velocidade Harmônica Car		74,23	12,78	74,12	12,98	74,26	12,81	74,35	12,68	74,52	12,59	74,66	12,47	74,21	12,95	74,34	12,6	74,22	12,74	74,47	12,87	74,34	12,75	km/h
Veículos Aquecendo para Entrar Car		0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	1	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0,1	N/D	veícs
Veículos Dentro Car		508	N/D	486	N/D	506	N/D	532	N/D	522	N/D	500	N/D	537	N/D	496	N/D	518	N/D	514	N/D	511,9	N/D	veícs
Veículos Fora Car		8120	N/D	7972	N/D	8078	N/D	8029	N/D	8044	N/D	8058	N/D	8102	N/D	7959	N/D	7992	N/D	7992	N/D	8034,6	N/D	veícs
Veículos Perdidos Dentro Car		7	N/D	6	N/D	12	N/D	6	N/D	9	N/D	2	N/D	7	N/D	1	N/D	4	N/D	5	N/D	5,9	N/D	veícs
Veículos Perdidos Fora Car		611	N/D	559	N/D	553	N/D	586	N/D	560	N/D	509	N/D	534	N/D	507	N/D	550	N/D	588	N/D	555,7	N/D	veícs

Resultados do limite de 90 km/h da 5ª Simulação: 25% da Matriz origem - destino base																							
Dados de saída	1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	5,12	ND	4,7	ND	5,11	ND	5,26	ND	4,96	ND	5,46	ND	5,31	ND	5,83	ND	4,62	ND	5,44	ND	5,18	ND	veícs
Densidade Car	4,3	ND	4,29	ND	4,33	ND	4,33	ND	4,32	ND	4,17	ND	4,34	ND	4,37	ND	4,27	ND	4,26	ND	4,3	ND	veícs/km
Distância Total Viada Car	36936,5	ND	36915,4	ND	37174,3	ND	37126	ND	37084,7	ND	36841,1	ND	36845,4	ND	37499,2	ND	36676,9	ND	36468,8	ND	36866,8	ND	km
Fila Virtual Máxima Car	3	ND	3	ND	3	ND	3	ND	3	ND	4	ND	4	ND	3	ND	3	ND	3	ND	3,2	ND	veícs
Fila Virtual Média Car	0,13	ND	0,13	ND	0,13	ND	0,14	ND	0,14	ND	0,14	ND	0,15	ND	0,14	ND	0,13	ND	0,14	ND	0,14	ND	veícs
Fluxo Car	8052	ND	8025	ND	8042	ND	8128	ND	8064	ND	7883	ND	8027	ND	8123	ND	7945	ND	8012	ND	8030,1	ND	veícs/h
Número de Paradas Car	0,1	ND	0,09	ND	0,1	ND	0,1	ND	0,1	ND	0,11	ND	0,1	ND	0,1	ND	0,1	ND	0,11	ND	0,1	ND	-
Tempo Parado Car	0,58	1,67	0,55	1,62	0,6	1,68	0,59	1,72	0,58	1,64	0,68	2,02	0,6	1,69	0,69	2,02	0,55	1,57	0,63	1,88	0,6	0,05	seg/km
Tempo Total de Viagem Car	483,95	ND	492,77	ND	496,04	ND	486,09	ND	494,97	ND	479	ND	494,66	ND	503,45	ND	489,46	ND	487,3	ND	492,77	ND	h
Tempo de Atrazo Car	3,28	3,57	3,24	3,5	3,33	3,61	3,31	3,55	3,3	3,47	3,39	3,92	3,32	3,59	3,5	3,95	3,27	3,47	3,41	3,86	3,34	0,08	seg/km
Tempo de Viagem Car	50,5	8,01	50,4	7,9	50,33	7,86	50,43	7,88	50,35	7,84	50,49	8,19	50,47	7,84	50,66	8,1	50,36	7,84	50,62	8,32	50,46	0,11	seg/km
Velocidade Car	72,94	10,54	73,07	10,52	73,16	10,43	73,01	10,42	73,11	10,37	73,01	10,62	72,94	10,39	72,73	10,48	73,09	10,39	72,88	10,77	72,99	0,13	km/h
Velocidade Harmônica Car	71,31	10,77	71,46	10,72	71,57	10,66	71,43	10,63	71,53	10,61	71,34	10,92	71,36	10,99	71,1	10,76	71,52	10,62	71,16	11,06	71,38	10,74	km/h
Veículos Aquecendo para Entrar Car	0	ND	0	ND	0	ND	0	ND	1	ND	0	ND	0	ND	0	ND	0	ND	0	ND	0,1	ND	veícs
Veículos Dentro Car	548	ND	498	ND	544	ND	533	ND	536	ND	523	ND	566	ND	487	ND	547	ND	560	ND	534,2	ND	veícs
Veículos Fora Car	8052	ND	8025	ND	8042	ND	8128	ND	8064	ND	7883	ND	8027	ND	8123	ND	7945	ND	8012	ND	8030,1	ND	veícs
Veículos Perdidos Dentro Car	12	ND	5	ND	3	ND	7	ND	3	ND	4	ND	5	ND	5	ND	6	ND	8	ND	5,8	ND	veícs
Veículos Perdidos Fora Car	462	ND	422	ND	448	ND	471	ND	456	ND	390	ND	392	ND	449	ND	432	ND	479	ND	440,1	ND	veícs

Resultados do limite de 80 km/h da 5ª Simulação: 25% da Matriz origem - destino base																								
Dados de saída		1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AMSUN		Unidades
		Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car		3.45	N/D	3.45	N/D	3.3	N/D	3.53	N/D	3.33	N/D	3.23	N/D	3.27	N/D	3.55	N/D	3.68	N/D	3.68	N/D	3.447	N/D	veics
Densidade Car		4.67	N/D	4.59	N/D	4.57	N/D	4.64	N/D	4.58	N/D	4.65	N/D	4.64	N/D	4.63	N/D	4.67	N/D	4.62	N/D	4.626	N/D	veic/km
Distância Total Viajada Car		36696.9	N/D	36207.7	N/D	36025.1	N/D	36499.4	N/D	36113.2	N/D	36559.7	N/D	36323.6	N/D	36353.9	N/D	36581.4	N/D	36293.4	N/D	36365.4	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car		3	N/D	3	N/D	3	N/D	3	N/D	3	N/D	4	N/D	3	N/D	3	N/D	4	N/D	5	N/D	3.4	N/D	veics
Fila Virtual Média Car		0.14	N/D	0.13	N/D	0.13	N/D	0.14	N/D	0.14	N/D	0.14	N/D	0.14	N/D	0.15	N/D	0.16	N/D	0.16	N/D	0.143	N/D	veics
Fluxo Car		8013	N/D	7971	N/D	7854	N/D	7917	N/D	7867	N/D	7934	N/D	7995	N/D	7952	N/D	8035	N/D	7938	N/D	7947.6	N/D	veic/h
Número de Paradas Car		0.09	N/D	0.09	N/D	0.09	N/D	0.09	N/D	0.09	N/D	0.08	N/D	0.08	N/D	0.09	N/D	0.09	N/D	0.09	N/D	0.088	N/D	-
Tempo Parado Car		0.42	1.36	0.43	1.46	0.4	1.25	0.42	1.2	0.43	1.36	0.4	1.35	0.39	1.26	0.44	1.3	0.45	1.52	0.45	1.33	0.423	1.339	seg/km
Tempo Total de Viagem Car		532.67	N/D	524.93	N/D	521.77	N/D	529.14	N/D	522.96	N/D	530.3	N/D	527.12	N/D	527.46	N/D	532.09	N/D	525.97	N/D	527.441	N/D	h
Tempo de Atraso Car		3.13	3.1	3.06	3.11	3.02	3.01	3.05	2.97	3.09	3.16	3.1	3.07	3.02	3.13	3.07	3.31	3.16	3.17	3.098	3.102	3.098	3.102	seg/km
Tempo de Viagem Car		54.19	7.19	54.13	7.16	54.02	7.09	54.04	7.07	54.08	7.26	54.06	7.13	54.2	7.2	54.14	7.16	54.26	7.28	54.11	7.24	54.123	7.178	seg/km
Velocidade Car		67.58	8.57	67.64	8.5	67.77	8.53	67.74	8.52	67.74	8.61	67.71	8.47	67.57	8.56	67.64	8.57	67.5	8.57	67.69	8.59	67.658	8.549	km/h
Velocidade Harmônica Car		66.46	8.6	66.53	8.56	66.67	8.56	66.65	8.54	66.61	8.68	66.62	8.54	66.45	8.6	66.53	8.6	66.38	8.64	66.57	8.66	66.547	8.598	km/h
Veículos Aguardando para Entrar Car		0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	1	N/D	0	N/D	1	N/D	0	N/D	0.2	N/D	veics
Veículos Dentro Car		588	N/D	570	N/D	581	N/D	563	N/D	577	N/D	626	N/D	606	N/D	586	N/D	546	N/D	602	N/D	585.5	N/D	veics
Veículos Fora Car		8013	N/D	7971	N/D	7854	N/D	7917	N/D	7867	N/D	7934	N/D	7995	N/D	7952	N/D	8035	N/D	7938	N/D	7947.6	N/D	veics
Veículos Perdidos Dentro Car		6	N/D	2	N/D	7	N/D	4	N/D	5	N/D	3	N/D	4	N/D	7	N/D	4	N/D	0	N/D	4.2	N/D	veics
Veículos Perdidos Fora Car		263	N/D	299	N/D	276	N/D	305	N/D	312	N/D	309	N/D	264	N/D	276	N/D	301	N/D	295	N/D	290	N/D	veics

Resultados do limite de 70 km/h da 5ª Simulação: 25% da Matriz origem - destino base																							
Dados de saída	1ª iteração		2ª iteração		3ª iteração		4ª iteração		5ª iteração		6ª iteração		7ª iteração		8ª iteração		9ª iteração		10ª iteração		Média dada pelo AIMSUN		Unidades
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão	
Comprimento Médio de Fila Car	2,54	N/D	2,15	N/D	2,32	N/D	2,56	N/D	2,47	N/D	2,23	N/D	2,31	N/D	2,28	N/D	2,38	N/D	2,61	N/D	2,39	N/D	veics
Densidade Car	5,2	N/D	5,2	N/D	5,15	N/D	5,22	N/D	5,14	N/D	5,06	N/D	5,06	N/D	5,09	N/D	5,2	N/D	5,26	N/D	5,16	N/D	veic/km
Distância Total Viajada Car	36420,4	N/D	36941	N/D	36659,5	N/D	36737,4	N/D	36283,8	N/D	35743,3	N/D	35796,6	N/D	35991,6	N/D	36634,4	N/D	37182,4	N/D	36439,03	N/D	km
Fila Virtual Máxima Car	3	N/D	3	N/D	3	N/D	4	N/D	3	N/D	3	N/D	4	N/D	3	N/D	3	N/D	3	N/D	3	N/D	veics
Fila Virtual Média Car	0,14	N/D	0,13	N/D	0,13	N/D	0,13	N/D	0,15	N/D	0,15	N/D	0,14	N/D	0,14	N/D	0,15	N/D	0,13	N/D	0,14	N/D	veics
Fluxo Car	7994	N/D	7987	N/D	7936	N/D	8120	N/D	7906	N/D	7886	N/D	7843	N/D	7870	N/D	7966	N/D	8074	N/D	7958	N/D	veic/h
Número de Paradas Car	0,08	N/D	0,07	N/D	0,07	N/D	0,08	N/D	0,08	N/D	0,07	N/D	0,07	N/D	0,07	N/D	0,08	N/D	0,07	N/D	0,07	N/D	-
Tempo Parado Car	0,32	1,12	0,27	0,88	0,29	0,87	0,32	0,99	0,31	0,95	0,3	1,05	0,3	1,02	0,29	1,03	0,31	1	0,32	1,05	0,30	0,996	seg/km
Tempo Total de Viagem Car	587,28	N/D	592,79	N/D	589,19	N/D	591,56	N/D	584,19	N/D	573,71	N/D	575,43	N/D	578,53	N/D	591,02	N/D	598,14	N/D	586,18	N/D	h
Tempo de Atraso Car	2,99	2,87	2,89	2,65	2,97	2,72	3,04	2,9	2,95	2,76	2,89	2,75	2,9	2,76	2,87	2,81	2,98	2,78	3,03	2,89	2,95	2,79	seg/km
Tempo de Viagem Car	59,39	7,01	59,06	6,8	59,2	6,9	59,33	6,93	59,26	6,94	59,17	6,92	59,22	7	59,2	6,83	59,43	7,01	59,25	6,91	59,25	6,93	seg/km
Velocidade Car	61,48	7,13	61,78	7,02	61,66	7,12	61,52	7,1	61,6	7,11	61,69	7,1	61,65	7,17	61,64	6,99	61,44	7,14	61,6	7,07	61,6	7,10	km/h
Velocidade Harmônica Car	60,65	7,09	60,98	6,97	60,84	7,07	60,7	7,05	60,78	7,07	60,87	7,06	60,82	7,14	60,84	6,96	60,61	7,1	60,79	7,04	60,79	7,06	km/h
Veículos Aguardando para Entrar Car	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	0	N/D	1	N/D	0	N/D	0	N/D	veics
Veículos Dentro Car	696	N/D	593	N/D	601	N/D	657	N/D	655	N/D	650	N/D	623	N/D	647	N/D	644	N/D	648	N/D	641	N/D	veics
Veículos Fora Car	7994	N/D	7987	N/D	7936	N/D	8120	N/D	7906	N/D	7886	N/D	7843	N/D	7870	N/D	7966	N/D	8074	N/D	7958	N/D	veics
Veículos Perdidos Dentro Car	1	N/D	4	N/D	1	N/D	2	N/D	4	N/D	6	N/D	1	N/D	1	N/D	2	N/D	2	N/D	2	N/D	veics
Veículos Perdidos Fora Car	168	N/D	169	N/D	164	N/D	164	N/D	155	N/D	141	N/D	159	N/D	145	N/D	189	N/D	179	N/D	163	N/D	veics

Resultados da concentração para a 5ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Concentração (veic/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	4,28	4,51	4,71	5,21
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	4,87	5,12	5,53	6,21
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	5,31	5,68	6,31	7,27
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	8,53	9,00	9,62	11,02
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	5,26	5,59	6,36	7,31
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	4,64	4,94	5,59	6,43
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	5,58	5,76	6,20	6,99
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	6,77	7,27	8,16	9,38
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	4,94	5,26	5,91	6,88
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	5,17	5,51	6,32	7,44
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	4,34	4,55	5,08	5,80

Resultados do débito na 5ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Débito (veic/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	1663,9	1672,7	1652,3	1652,8
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	1686,8	1673,7	1642,3	1635,6
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	1917,6	1911,2	1896,3	1916,9
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	2082,8	2093,5	2070,5	2097
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	1879,3	1874,5	1907,2	1918,8
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	1723,7	1711,4	1717	1712,7
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	1785	1776,2	1783,8	1779,4
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	1783,2	1795	1821,3	1836,9
Norte Shopping - Av. Boavista poente	N.Shopping-Boav.Poente	1808	1797,8	1799,1	1819,8
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	1602,1	1603,2	1611	1641,8
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	1220,2	1202,7	1203,5	1205,5

Resultados do tempo de viagem na 5ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Tempo de viagem (min/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	0,11	0,11	0,12	0,13
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	0,46	0,48	0,53	0,60
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	0,18	0,20	0,22	0,25
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	0,34	0,36	0,39	0,44
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	0,20	0,21	0,24	0,27
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	0,09	0,10	0,11	0,13
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	0,06	0,07	0,07	0,08
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	0,88	0,94	1,04	1,19
Norte Shopping - Av. Boavista ponte	N.Shopping-Boav.Poente	0,14	0,15	0,17	0,19
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	0,20	0,22	0,25	0,29
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	0,40	0,43	0,47	0,54

Resultados da velocidade média na 5ª Simulação, no sentido Pte. Freixo - Pte. Arrábida					
Secção		Velocidade média (km/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Gondomar - Campanha	Gondomar-Campanhã	86,30	80,68	73,69	65,53
Campanha - Merc. Abastecedor	Campanhã-M.Abast.	86,80	81,46	73,70	65,57
Merc. Abastecedor - Areosa	M.Abast.-Areosa	92,03	85,44	76,41	67,34
Areosa - A3 Braga	Areosa-A3	85,30	79,97	72,72	63,71
A3 Braga - Paranhos	A3-Paranhos	91,14	85,13	76,18	66,79
Paranhos - Amial	Paranhos-Amial	94,67	87,78	77,96	67,86
Amial - Via Norte	Amial-V.Norte	87,23	81,97	74,47	65,52
Via Norte - Norte Shopping	V.Norte-N.Shopping	89,94	83,59	75,25	66,02
Norte Shopping - Av. Boavista ponte	N.Shopping-Boav.Poente	93,11	86,58	77,26	67,38
Av. Boavista Poente - Av. Boavista	Boav.Poente-Boavista	89,68	84,14	74,37	64,44
Av. Boavista - Campo Alegre	Boavista-C.Alegre	90,04	83,98	75,08	65,75

Resultados da concentração para a 5ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Concentração (veic/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	5,12	5,49	6,18	7,25
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	6,51	6,75	7,46	8,55
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	7,93	8,18	8,63	9,75
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	5,79	6,10	6,44	7,13
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	5,18	5,44	5,96	6,74
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	3,52	3,77	4,09	4,68
A3 Braga - Antas	A3-Antas	6,99	7,49	8,21	9,52
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	4,38	4,78	5,25	5,99
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	3,13	3,42	3,77	4,32
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	2,49	2,76	3,08	3,42

Resultados do débito na 5ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Débito (veic/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	1426,80	1427,20	1418,90	1447,10
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	1658,00	1637,80	1640,20	1659,20
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	1877,30	1867,30	1831,30	1859,10
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	1890,60	1877,30	1830,10	1820,30
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	1856,60	1833,00	1787,40	1773,50
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	1618,60	1618,00	1569,60	1563,80
A3 Braga - Antas	A3-Antas	1877,80	1887,50	1851,30	1867,50
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	1559,80	1592,90	1567,70	1570,70
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	1169,40	1185,60	1162,40	1154,70
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	1066,10	1092,10	1082,50	1079,40

Resultados do tempo de viagem na 5ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Tempo de viagem (min/km)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	0,30	0,33	0,37	0,42
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	0,46	0,48	0,53	0,60
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	0,74	0,77	0,82	0,92
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	0,04	0,05	0,05	0,06
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	0,08	0,09	0,10	0,11
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	0,09	0,10	0,11	0,13
A3 Braga - Antas	A3-Antas	0,29	0,31	0,35	0,40
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	0,09	0,10	0,11	0,13
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	0,41	0,44	0,50	0,57
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	0,10	0,11	0,13	0,14

Resultados da velocidade média na 5ª Simulação, no sentido Pte. Arrábida - Pte. Freixo					
Secção		Velocidade média (km/h)			
		100 km/h	90 km/h	80 km/h	70 km/h
Campo Alegre - Bessa Leite	C.Alegre-B.Leite	94,71	87,90	77,87	67,95
Bessa Leite - Francos	B.Leite-Francos	85,72	80,79	72,43	63,67
Francos - Carvalhido	Francos-Carvalhido	81,69	77,57	71,10	63,60
Carvalhido - Amial	Carvalhido-Amial	86,82	81,05	73,68	65,59
Amial - Faria Guimarães	Amial-F.Guimarães	91,51	85,63	76,38	67,13
Faria Guimarães - A3 Braga	F.Guimarães-A3	93,85	87,18	77,93	68,15
A3 Braga - Antas	A3-Antas	91,33	85,33	76,47	66,73
Antas - Estádio do Dragão	Antas-E.Dragão	90,21	84,03	75,50	66,68
Estádio do Dragão - Campanhã	E.Dragão-Campanhã	95,17	87,96	78,32	68,42
Campanhã - Freixo	Campanhã-Freixo	87,75	80,66	71,96	64,49

ANEXO IV

ARCOS ANALISADOS



